

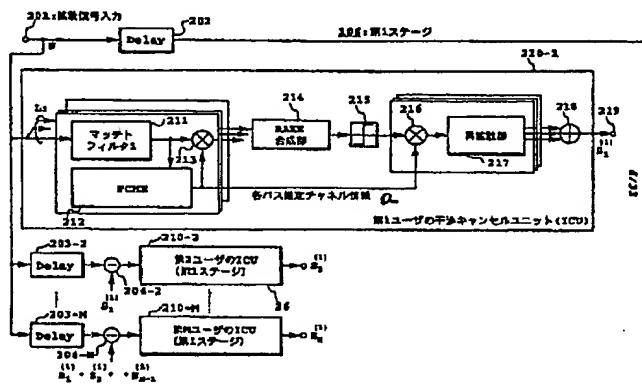


## 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類6 H04J 13/04		A1	(11) 国際公開番号 WO96/42146
			(43) 国際公開日 1996年12月27日 (27.12.96)
(21) 国際出願番号 PCT/JP96/01582 (22) 国際出願日 1996年6月12日 (12.06.96) (30) 優先権データ 特願平7/146191 1995年6月13日 (13.06.95) JP 特願平7/146473 1995年6月13日 (13.06.95) JP 特願平7/320787 1995年12月8日 (08.12.95) JP 特願平7/325881 1995年12月14日 (14.12.95) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) エヌ・ティ・ティ移動通信網株式会社 (NTT MOBILE COMMUNICATIONS NETWORK INC.) [JP/JP] 〒105 東京都港区虎ノ門二丁目10番1号 Tokyo, (JP) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 佐和橋衛 (SAWAHASHI, Mamoru) [JP/JP] 〒236 神奈川県横浜市金沢区富岡西1-59-17 Kanagawa, (JP) 安藤英浩 (ANDOU, Hidehiro) [JP/JP] 〒235 神奈川県横浜市中区中里1-22-9 ウインベル・ソロ弘明寺 306 Kanagawa, (JP) 三木義則 (MIKI, Yoshinori) [JP/JP] 〒238-03 神奈川県横須賀市林2-1-3 Kanagawa, (JP)		樋口健一 (HIGUCHI, Kenichi) [JP/JP] 〒238-03 神奈川県横須賀市武3-11-11 Kanagawa, (JP) (74) 代理人 弁理士 谷 義一 (TANI, Yoshikazu) 〒107 東京都港区赤坂5-1-31 第6セイコービル3階 Tokyo, (JP) (81) 指定国 CA, CN, JP, KR, US, 欧州特許 (DE, FR, GB, IT, SE). 添付公開書類 国際調査報告書	

(54) Title: CDMA DEMODULATOR

(54) 発明の名称 CDMA復調装置



- 106 ... first stage  
 201 ... spread-spectrum signal  
 211 ... matched filter 1  
 214 ... rake synthesizing section  
 217 ... spectrum resampling section  
 10-1 ... interference canceling unit (ICU) of first user  
 10-2 ... ICU of second user (first stage)  
 10-M ... ICU of M-th user (first stage)  
 a ... estimated channel information of each path

## (57) Abstract

A CDMA demodulator which is improved in interference canceling effect even when signals are sent from many communicators. The demodulator receives signals sent from a plurality of communicators and having a frame structure in which a pilot signal having a known pattern is inserted between information signals at regular time intervals. The demodulator includes interference cancellers which demodulate the data transmitted from the communicators, and estimate interference signals. The demodulator estimates the variation of each path of the channels, performs the demodulation of received data, and estimates the interference signal replica. The errors of the interference signal replica decrease as the data pass the interference cancellers, producing a marked interference canceling effect. When the interference cancellation is executed after detecting the reception level of each channel from the total sum of the received electric power of the paths of the channels and determining the ranks of the channels in order of reception level, a further marked interference canceling effect is exhibited.

(57) 要約

通信者が多い場合の干渉キャンセル効果を向上させたCDMA復調装置。パターン既知のパイロット信号を情報信号間に一定周期で挿入したフレーム構成をもつ受信信号を、複数の通信者から受信する。各通信者の送信データを復調し、干渉信号を推定する干渉キャンセラを複数ステージ設け、各ステージの各チャンネルにおいて、各パス毎に伝送路の変動を推定し、データの復調および干渉信号レプリカの推定を行う。後段のステージほど、干渉信号レプリカの誤差を減少させることができ、干渉キャンセル効果が向上する。各チャンネルの各パスの受信電力の総和によって、各チャンネルの受信レベルを検出し、受信レベルの大きい順にチャンネルランキングを決めてから、干渉キャンセルを実行すると、さらにより効果が得られる。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出版をパンフレット第一頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AL	アルバニア	DE	ドイツ	LI	リヒテンシュタイン	PL	ポーランド
AM	アルメニア	DK	デンマーク	LC	セントルシア	PT	ポルトガル
AT	オーストリア	EE	エストニア	KR	韓国	RO	ルーマニア
AU	オーストラリア	ES	スペイン	LR	レソト	RU	ロシア
AZ	アゼルバイジャン	FI	フィンランド	LS	レソト	SD	スーダン
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	FR	フランス	LT	リトアニア	SE	スウェーデン
BB	ババルバ	GB	イギリス	LU	ルクセンブルグ	SI	スロベニア
BE	ベルギー	GG	ガイアナ	LV	ラトヴィア	SK	スロバキア
BF	ブルキナ・ファソ	GN	ギニア	MC	モナコ	SZ	ス威士ランド
BG	ブルガリア	GR	ギリシャ	MD	モルドヴァ共和国	SN	セネガル
BJ	ベナン	GU	グアテマラ	MG	マダガスカル	SR	スリナム
BR	ブラジル	HE	ハンガリー	MK	マケドニア共和国	TD	チャド
BY	ベラルーシ	IL	イスラエル	ML	マリ	TG	トーゴ
CA	カナダ	IS	アイスランド	MN	モンゴル	TJ	タジキスタン
CC	中央アフリカ共和国	IT	イタリア	MW	モザンビーク	TM	トルクメニスタン
CF	コンゴ	JP	日本	MX	メキシコ	TR	トルコ
CH	スイス	KE	ケニア	NE	ニジェール	TT	トリニダード・トバゴ
CI	コート・ジボアール	KG	キルギスタン	NL	オランダ	UA	ウクライナ
CN	中国	KR	朝鮮民主主義人民共和国	NZ	ニュージーランド	US	アメリカ合衆国
CU	キューバ	KZ	カザフスタン			UZ	ウズベキスタン
CZ	チェコ共和国					VN	ベトナム

## 明細書

## 発明の名称

## CDMA復調装置

## 技術分野

本発明は、スペクトル拡散を用いた符号分割多元接続（CDMA：Code Division Multiple Access）システムの信号受信に使用されるCDMA復調装置に係り、特に、セルラ構成を用いた移動通信システムに好適なCDMA復調装置に関する。

## 背景技術

DS（Direct Sequence）-CDMAは、複数のユーザが同一の周波数帯を用いて通信を行う方式であり、各ユーザの識別は拡散符号で行う。各ユーザの拡散符号としては、Gold符号のような拡散符号が用いられる。他ユーザによる干渉信号電力は、受信機の逆拡散の過程で平均拡散率（PG）分の1になる。しかしながら、各ユーザは、特に、移動通信の上りの非同期環境下において、独立のフェージングによる瞬時変動、短区間変動、および距離変動を受ける。

したがって、システムで決まる所要の受信品質を、各ユーザが受信側で満足するためには、送信電力制御を行い、基地局の受信機入力におけるSIR（Signal-to-Interference Ratio）を一定にする必要がある。ここで、S

I Rとは、各ユーザが他のユーザから受ける干渉信号電力に対する希望波受信信号電力の比である。しかしながら、たとえ送信電力制御が完全で、基地局受信機入力におけるS I Rが一定に保持されたとしても、移动通信のマルチパス環境下においては、拡散符号が完全に直交することはない。このため、他のユーザ一人あたり、平均で拡散率分の1の電力の相互相関に起因する干渉を受ける。

このように、同一の周波数帯で通信するユーザ数が増加するにしたがつて、干渉信号電力レベルが増加するため、1セル当たりのユーザ容量を増加させるためには、他ユーザからの相互相関を低減する干渉キャンセル技術が必要である。

干渉キャンセル技術としては、マルチユーザ型干渉キャンセラとシングルユーザ型干渉キャンセラとが知られている。マルチユーザ型干渉キャンセラは、自チャネルの希望波信号を復調するだけでなく、他ユーザの拡散符号情報および受信信号タイミングも用いて、他ユーザの信号も同時に復調する。一方、シングルユーザ型干渉キャンセラは、自チャネルの拡散符号のみを用いて、他ユーザからの平均的な相互相関および雑音成分を最小にする。

マルチユーザ型干渉キャンセラとしては線形処理型（デコリレータ等）と非線形処理型がある。デコリレータは、自チャネルの拡散符号および受信機入力の他の全ての拡散符号の相互相関を計算し、相互相関から構成される行列の逆行列を求め、この逆行列を用いてマッチトフィルタの出力信号を補償することにより相互相関を除去する。ユーザの数を $K$ 、各ユーザの受信パス数を $L_k$ 、相互相関の伝搬を考慮すべき過去、未来のシンボル数を $M$ とすると、デコリレータの行列の次元 $D_m$ は、次式で与えられる。

$$D_m = (2M+1) \times \sum_{k=1}^K L_k$$

このため、ユーザ数が多くなるに従い、回路規模が増大して、実現が困難になる。

非線形型マルチユーザ型干渉キャンセラとして、レプリカ再生型の干渉キャンセラがある。これは、他のユーザのチャネルからの干渉信号を復調、判定して、送信情報データレプリカを再生し、このレプリカから各チャネルの干渉信号レプリカを計算し、その干渉信号レプリカを受信信号から差し引いて、希望波信号に対するSIRを高めて希望波信号を復調するものである。

図1は、文献 "Serial interference cancellation method for CDMA", IEE, Electronics Letters Vol. 30, No. 19, pp. 1581-1582, Sept. 1994 に提案されているレプリカ再生型のマルチステージ干渉キャンセラ（シリアル干渉キャンセラ）を示す。

図1において、11は拡散信号入力端子、12, 16は遅延器、13, 17はマッチトフィルタ、14, 18は再拡散部、15は干渉減算器である。シリアルキャンセラは、干渉キャンセル部を複数ステージ、縦続接続した構成を有し、各ステージの干渉キャンセル部は、復調すべきM人のユーザに対して、順番に、復調、干渉信号レプリカの生成を行う。

受信機は、まず、受信信号を、受信信号レベルの大きい順番に並べ換える。説明上、並べ換えた後の信号に1からM番目までのシリアル番号をふり、番号1の受信信号のレベルが最も大きいとする。第1ステージの干渉キャンセル部は、この1番目の受信信号について、マッチトフィルタ13で、逆拡散、復調およびデータ判定を行い、その結果得られた再生データを $D_1^{(1)}$ とする。再拡散部14は、再生データ $D_1^{(1)}$ からこのチャネルの干

渉信号レプリカ  $S_1^{(1)}$  を計算する。干渉減算器 15 は、遅延器 16 を通した受信信号  $S$  からこの干渉信号レプリカ  $S_1^{(1)}$  を差し引く。マッチトフィルタ 17 は、引き算で得られた信号に対して、ユーザ 2 の拡散符号レプリカを用いて、逆拡散、復調およびデータ判定を行い、ユーザ 2 の再生データ  $D_2^{(1)}$  を求める。ユーザ 2 のマッチトフィルタ入力信号は受信信号  $S$  から直接逆拡散する場合に比較して、ユーザ 1 の干渉信号レプリカ  $S_1^{(1)}$  を差し引いた分だけ、SIR が向上している。

ユーザ 2 に対しても、同様に、再生データから干渉信号レプリカ  $S_2^{(1)}$  を求める。ユーザ 3 のマッチトフィルタ入力信号は遅延器を通した受信信号  $S$  からユーザ 1 および 2 の干渉信号レプリカを差し引く。これによって、以降のユーザに対して、さらに受信 SIR を高めることができる。以下、 $M$  番目のユーザの受信信号の逆拡散時には、合計  $(M-1)$  人のユーザの干渉信号レプリカ  $S_1^{(1)} + S_2^{(1)} + \dots + S_{M-1}^{(1)}$  を、受信信号  $S$  から差し引いた信号を生成するため、受信信号  $S$  よりも大幅に SIR が増大する。この結果、 $M$  番目のチャネルの復調信号の信頼性が向上する。

この第 1 ステージの干渉キャンセル部で推定した、各ユーザの干渉信号レプリカ  $S_1^{(1)}, S_2^{(1)}, \dots, S_{M-1}^{(1)}$  を用いて、第 2 ステージの干渉キャンセル部で同様の逆拡散、復調、データ判定および再拡散の処理を行う。例えば、ユーザ 1 については、受信信号  $S$  から第 1 ステージの干渉キャンセル部で求めたユーザ 1 以外の干渉信号レプリカ  $S_2^{(1)} + S_3^{(1)} + \dots + S_M^{(1)}$  を差し引いて、SIR が良好な信号を生成し、この信号に対して、逆拡散、復調およびデータ判定を行う。他の各チャネルについても、同様に処理する。すなわち、自チャネル以外のチャネルの第 1 ステージにおける干渉信号レプリカを、受信信号  $S$  から差し引いて得た信号に対して、逆拡散、復調およびデータ判定を行い、この再生データから、第 2 ステージの干渉キャン

ンセル部における、各チャネルの干渉信号レプリカ  $S_1(2)$ ,  $S_2(2)$ , ...,  $S_M(2)$  を求める。

第2ステージの干渉キャンセル部における干渉信号レプリカの精度は、前ステージにおける干渉信号レプリカに比較して向上している。これは、前ステージでの干渉信号レプリカを差し引いた信号を基に、データ再生を行っているためである。シリアル干渉キャンセルを、数ステージ繰り返すことによって、再生データの信頼性をさらに向上させることができる。

移動通信環境下においては、移動局と基地局との相対位置の変化に伴うレイリーフェージングによって、振幅変動および位相変動が生じる。図1のマルチステージ型干渉キャンセラ（シリアル型干渉キャンセラ）では、干渉信号レプリカを生成する過程でこの位相・振幅変動を推定する必要がある。このチャネル（位相；振幅）推定精度がマルチステージ型干渉キャンセラの受信特性に大きく影響するが、先の文献ではこの点の実現性については言及されていない。先の文献のシリアル干渉キャンセラに、移動通信環境下における伝送路変動の推定を付加した方法として、文献、深澤ら、「パイロット信号を用いた伝送路推定に基づく干渉キャンセラの構成とその特性」、電子情報通信学会論文誌V o l . J 7 7 - B - I I N o . 1 1 , p p . 6 2 8 - 6 4 0 1 9 9 4 年11月がある。

図2 Aおよび2 Bは、この文献に示されたシリアルキャンセラのブロック図である。また、図3は、この方法におけるチャネル構成を示す。

図2 Aおよび2 Bにおいて、2 1は拡散信号入力端子、2 2はユーザ1の第1ステージの再生データ出力端子、2 3は遅延器、2 4はパイロットチャネル伝送路変動推定部、2 5は干渉減算器、2 6はユーザ2の第1ステージの干渉キャンセルユニット、2 7はユーザ1の第2ステージの干渉キャンセルユニット、2 8はマッチトフィルタ、2 9は伝送路変動補償部、

30はRAKE合成部、31はデータ判定部、32は信号分配部、33は伝送路変動付加部、34は再拡散部である。

このシステムは、図3に示すように、通信チャネルと並列に、送信パターン既知のパイロットチャネルを備えており、このパイロットチャネルの受信位相を基に伝送路推定を行う。また、このパイロットチャネルの伝送路推定に基づいて、各ユーザの各パスの受信信号の振幅、位相推定を行う。さらに、この振幅、位相推定値を用いて、シリアル干渉キャンセル部で数ステージの干渉キャンセルを行って、各ユーザのデータを再生する。この場合、先の文献と同様に、各パスの受信信号電力の総和が大きい順番にランク付けする。図2Aおよび2Bの場合、ユーザ1の受信信号電力が最も大きいものとする。

第1ステージの干渉キャンセル部においては、まずユーザ1について復調を行う。すなわち、ユーザ1の各パス毎にマッチトフィルタ28で逆拡散を行い、伝送路変動補償部29において、パイロットチャネルに基づいて推定した各パスの位相変動によって、ユーザ1の各パスの位相変動を補償する。さらに、RAKE合成部30において、位相変動補償後の各パスの信号を、各パスの受信複素包絡線で同相合成する。この同相合成された信号を、データ判定部31において判定し、ユーザ1の再生データを求める。分配部32は、この再生データレプリカをRAKE合成時の重みで分配し、伝送路変動付加部33は、各パスの位相変動を与え、再拡散部34は、各パスの拡散符号で再拡散して、ユーザ1の干渉信号レプリカ $S_1^{(1)}$ を生成する。

ユーザ2については、次のような処理を行う。まず、遅延器35は、受信信号 $S$ を遅延する。干渉減算器25は、この遅延した信号から、ユーザ1の干渉信号レプリカ $S_1^{(1)}$ を差し引く。ユーザ2の第1ステージの干渉



キャンセル部 26 は、干渉減算器 25 の出力信号に対して、各パス毎に、逆拡散、位相補償、R A K E 合成、データ判定および干渉信号レプリカの生成を行う。この場合、ユーザ 2 の干渉キャンセル部の入力信号はユーザ 1 の干渉信号レプリカが差し引かれている分だけ、受信 S I R が改善されている。同様に、ユーザ M まで第 1 ステージの干渉キャンセル部で、各ユーザ毎に再生データを推定し、干渉信号レプリカを求める。

第 2 ステージの干渉キャンセル部は、第 1 ステージの干渉キャンセル部で求めた干渉信号レプリカ  $S_1^{(1)}$ ,  $S_2^{(1)}$ , ...,  $S_M^{(1)}$  を用いて、同様の処理を行う。例えば、ユーザ 1 の第 2 ステージの干渉キャンセルユニット 27 (第 1 ステージの構成要素 28 ~ 34 で構成される) は、遅延器 23 で遅延後の受信信号 S から、自チャネル以外のチャネル干渉信号レプリカを差し引いた信号を、逆拡散することによってデータ復調を行う。

この従来方法が、前述の文献の方法と異なる点は、次の点である。前述の方法では、例えばユーザ 2 について、前ステージでの干渉信号レプリカ  $S_1^{(1)} + S_3^{(1)} + \dots + S_M^{(1)}$  を、全パスの干渉信号レプリカとして用いている。これに対して、本文献の方法では、第 2 ステージにおけるユーザ 1 の干渉信号レプリカとしては、 $S_1^{(2)}$  を用いている。前ステージでの推定値  $S_1^{(1)}$  に比較して、本ステージでの推定値  $S_1^{(2)}$  の方が信頼性が高い。このため、干渉信号レプリカを差し引いて得られる希望波信号の精度も、また、これを復調して得られた判定データの信頼度も向上することになる。

しかしながら、本方法は、各ユーザ毎に通信チャネルと並列にパイロットチャネルを設け、パイロットチャネルで推定したチャネルを干渉キャンセル部の各ステージで用いている。この場合パイロットチャネルでのチャネル推定は干渉キャンセルループとは独立に行うために、高精度にチャネル (位相、振幅) 変動を推定するためには、非常に長い時間にわたり (多

くのパイロットシンボルを用いて) 平均化する必要があった。このように非常に多くのパイロットシンボルを用いて平均化するには、この間のチャネル推定値はほぼ一定であることが前提であり、従って、チャネル変動の速い(フェージング周波数の大きい)環境への適用には限界がある。フェージングが速い場合には一定とみなせる範囲でのみ平均化が可能であり、従って平均化シンボル数が少なければ十分なチャネル推定精度を得ることはできない。

### 発明の開示

本発明は、同時ユーザの数が多く、SIRが低い環境下において、再生データの信頼性を向上させることのできるCDMA復調装置を提供することを目的とする。

第1に、本発明によれば、情報レートより高速の拡散符号によって情報データを広帯域信号に拡散して送信し、多元接続伝送を行うCDMA (Code Division Multiple Access) 通信システムにおいて、パターン既知のパイロットシンボルを受信してチャネル変動を推定し、複数のチャネルを通して受信された各受信信号を、推定されたチャネル変動によって補償し、補償された前記受信信号を復調して、前記情報データを再生するCDMA復調装置において、

前記各チャネルの各パスの受信タイミングに同期した拡散符号を拡散符号レプリカとし、該拡散符号レプリカと前記各パスの受信信号との相関検出を行う相関検出器と、

前記相関検出器の該当パスの受信電力の総和を求めて、希望波受信信号レベルを検出する受信レベル検出器と、

該受信レベル検出器によって検出された各ユーザの受信信号レベルに応じて、前記ユーザの復調処理の順番を制御するチャンネルランキング部と、

該チャンネルランキング部から出力された制御信号に基づいて干渉キャンセルを行う複数ステージの干渉キャンセラであって、前記複数ステージの各ステージにおいて、前記パイロットシンボルを用いたチャンネル変動の推定を各チャンネル毎に行い、推定されたチャンネル変動によって該チャンネルの受信信号を補償し、補償された受信信号を再拡散して干渉信号レプリカを生成する干渉キャンセラと

を具備することを特徴とするCDMA復調装置が提供される。

上記CDMA復調装置において、前記複数ステージの第 $i$  ( $i$ は2以上の整数)ステージの干渉キャンセラは、第 $(i-1)$ ステージの干渉キャンセラで推定した各ユーザの干渉信号レプリカを入力とし、該第 $i$ ステージの干渉キャンセラで推定した各ユーザの干渉信号レプリカを、第 $(i+1)$ ステージの干渉キャンセラに供給するようにしてもよい。

上記CDMA復調装置において、前記各ステージの各干渉キャンセラは、前記干渉信号レプリカを生成するサブ干渉キャンセラをユーザ毎に具備し、前記第 $i$ ステージの干渉キャンセラの第 $k$  ( $k=1, 2, \dots, M$ のいずれか)番目のユーザのサブ干渉キャンセラは、

第 $1, 2, \dots$ および $(k-1)$ 番目のユーザの干渉信号レプリカとして、前記第 $i$ ステージの干渉キャンセラにおける干渉信号レプリカを前記受信信号から差し引き、第 $(k+1), \dots, (M-1)$ および $M$ 番目のユーザの干渉信号レプリカとして、第 $(i-1)$ ステージの干渉キャンセラにおける干渉信号レプリカを前記受信信号から差し引く干渉減算器と、

該干渉減算器の出力信号中の前記パイロットシンボルのチャンネル変動を各バス毎に推定し、推定したパイロットシンボルのチャンネル変動を、前記

干渉減算器の出力信号中の前記情報データの各シンボル位置に内挿補間し、  
各前記情報シンボルのチャネル変動を推定するチャネル変動推定部と、

前記チャネル変動推定部によって各パス毎に推定したチャネル変動を、  
前記受信信号に補償するチャネル変動補償部と、

該チャネル変動補償部から出力された各パス毎の受信信号を合成する R  
A K E 合成部と、

前記 R A K E 合成部の出力信号を判定するデータ判定部と、

該データ判定部から出力された判定データに、前記チャネル変動推定部  
の出力として得られたチャネル変動を与えるチャネル変動付加部と、

該チャネル変動付加部から出力された各パスの信号を、各パスの受信タ  
イミングに同期した拡散符号で拡散する再拡散部と、

前記再拡散部の出力を加算して、前記第 k 番目のユーザの干渉信号レブ  
リカを生成する加算器と

を具備するようにしてもよい。

上記 C D M A 復調装置において、前記相関検出器は、複数のマッチトフィ  
ルタからなるようにしてもよい。

上記 C D M A 復調装置において、前記相関検出器は、複数のスライディ  
ング・コリレータからなるようにしてもよい。

上記 C D M A 復調装置において、前記パイロットシンボルは、前記情報  
データの間に周期的に挿入されたようにしてもよい。

上記 C D M A 復調装置において、前記各ステージの干渉キャンセラは、  
1つの前記サブ干渉キャンセラと、前記各ステージの各ユーザの干渉信号  
レプリカを格納するメモリとから構成され、前記サブ干渉キャンセラを時  
分割で使用するようにしてもよい。

上記 C D M A 復調装置において、前記干渉キャンセラは、少なくとも隣

接する2つのパイロット信号区間を含む一定時間単位ブロックを処理単位とし、前記サブ干渉キャンセラは、さらに、前記パイロット信号区間の外側の情報シンボルについては、該情報シンボルに最も近い位置の前記パイロットシンボルを外挿して、前記情報シンボルのチャネル変動を求める外挿部を具備するようにしてもよい。

上記CDMA復調装置において、第 $i$  ( $i$ は2以上の整数)ステージの干渉キャンセラの第 $k$ 番目のユーザのサブ干渉キャンセラの第 $j$  ( $j$ は1から、前記RAKE合成のパス数 $L_k$ までの整数)番目のパスの相関検出器の入力側に、第 $(i-1)$ ステージにおける第 $k$ 番目の通信者の第 $j$ 番目のパス以外の干渉信号レプリカを、前記干渉減算器の出力信号から差し引く減算器を設けたようにしてもよい。

上記CDMA復調装置において、前記サブ干渉キャンセラは、さらに、前記相関検出器から出力された逆拡散後の各パスの受信信号の電力を求める受信信号電力検出器と、

前記各パスの受信信号電力を加算する加算器と、

前記加算器の出力から同相成分および直交成分の振幅を検出する振幅変換器と、

前記振幅変換器の出力信号を平均化する平均化部と、

前記平均化部の出力を前記判定データに乗算する乗算器とを具備するようにしてもよい。

上記CDMA復調装置において、第1ステージの前記干渉キャンセラは、前記受信信号レベルの大きい方から $K$  ( $K$ は2以上で拡散率 $PG$ 以下の整数)のユーザの各パスの信号を入力ベクトルとして、互いに干渉除去された逆拡散出力ベクトルを得る逆相関フィルタと、

前記逆相関フィルタから出力された $K$ のユーザの送信データを推定し、

各ユーザの推定干渉量を生成する絶対同期検波・干渉生成部とを具備し、

前記干渉キャンセラは、前記Kのユーザの干渉信号レプリカとしては、前記絶対同期検波・干渉生成部から出力された干渉信号レプリカを用い、残りの $(M-K)$ のユーザの各干渉信号レプリカを生成するようにしてもよい。

上記CDMA復調装置において、前記複数ステージの第 $i$  ( $i$ は2以上の整数)ステージの干渉キャンセラは、第 $(i-1)$ ステージの干渉キャンセラで推定した各ユーザの干渉信号レプリカを入力とし、該第 $i$ ステージの干渉キャンセラで推定した各ユーザの推定干渉量を、第 $(i+1)$ ステージの干渉キャンセラに供給するようにしてもよい。

上記CDMA復調装置において、前記第1ステージの干渉キャンセラは、第 $(K+1)$ 番目以降のユーザ毎に、前記推定干渉量を生成するサブ干渉キャンセラを具備し、第 $k$  ( $k = (K+1), (K+2), \dots, M$ のいずれか)番目のユーザのサブ干渉キャンセラは、

第1, 2,  $\dots$  K番目のユーザの推定干渉量として、前記逆相関フィルタから出力された干渉信号レプリカを前記受信信号から差し引き、かつ第 $(K+1), \dots, (k-1)$ 番目のユーザの推定干渉量として、前記第1ステージの干渉キャンセラにおける干渉信号レプリカを前記受信信号から差し引く干渉減算器と、

該干渉減算器の出力信号中の前記パイロットシンボルのチャネル変動を各バス毎に推定し、推定したパイロットシンボルのチャネル変動を、前記干渉減算器の出力信号中の前記情報データの各シンボル位置に内挿補間し、各前記情報シンボルのチャネル変動を推定するチャネル変動推定部と、

前記チャネル変動推定部によって各バス毎に推定したチャネル変動を、前記受信信号に補償するチャネル変動補償部と、

該チャネル変動補償部から出力された各パス毎の受信信号を合成する RAKE 合成部と、

前記 RAKE 合成部の出力信号を判定するデータ判定部と、

該データ判定部から出力された判定データに、前記チャネル変動推定部の出力として得られたチャネル変動を与えるチャネル変動付加部と、

該チャネル変動付加部から出力された各パスの信号を、各パスの受信タイミングに同期した拡散符号で拡散する再拡散部と、

前記再拡散部の出力を加算して、前記第  $k$  番目のユーザの干渉信号レプリカを生成する加算器とを具備し、

第 2 ステージ以降の各前記干渉キャンセラは、前記干渉信号レプリカを生成するサブ干渉キャンセラをユーザ毎に具備し、前記第  $i$  ステージの干渉キャンセラの第  $k$  ( $k = 1, 2, \dots, M$  のいずれか) 番目のユーザのサブ干渉キャンセラは、

第 1, 2, ... および  $(k - 1)$  番目のユーザの干渉信号レプリカとして、前記第  $i$  ステージの干渉キャンセラにおける干渉信号レプリカを前記受信信号から差し引き、第  $(k + 1)$ , ...,  $(M - 1)$ ,  $M$  番目のユーザの干渉信号レプリカとして、第  $(i - 1)$  ステージの干渉キャンセラにおける干渉信号レプリカを前記受信信号から差し引く干渉減算器と、

該干渉減算器の出力信号中の前記パイロットシンボルのチャネル変動を各パス毎に推定し、推定したパイロットシンボルのチャネル変動を、前記干渉減算器の出力信号中の前記情報データの各シンボル位置に内挿補間し、各前記情報シンボルのチャネル変動を推定するチャネル変動推定部と、

前記チャネル変動推定部によって各パス毎に推定したチャネル変動を、前記受信信号に補償するチャネル変動補償部と、

該チャネル変動補償部から出力された各パス毎の受信信号を合成する

R A K E 合成部と、

前記 R A K E 合成部の出力信号を判定するデータ判定部と、

該データ判定部から出力された判定データに、前記チャネル変動推定部の出力として得られたチャネル変動を与えるチャネル変動付加部と、

該チャネル変動付加部から出力された各パスの信号を、各パスの受信タイミングに同期した拡散符号で拡散する再拡散部と、

前記再拡散部の出力を加算して、前記第  $k$  番目のユーザの干渉信号レプリカを生成する加算器と

を具備するようにしてもよい。

上記 C D M A 復調装置において、前記相関検出器は、複数のマッチトフィルタからなるようにしてもよい。

上記 C D M A 復調装置において、前記相関検出器は、複数のスライディング・コリレータからなるようにしてもよい。

上記 C D M A 復調装置において、前記パイロットシンボルは、前記情報データの間に周期的に挿入されたようにしてもよい。

上記 C D M A 復調装置において、前記各ステージの干渉キャンセラは、1つの前記サブ干渉キャンセラと、前記各ステージの各ユーザの干渉信号レプリカを格納するメモリとから構成され、前記サブ干渉キャンセラを時分割で使用するようにしてもよい。

上記 C D M A 復調装置において、前記絶対同期検波・干渉生成部は、

前記逆相関フィルタの出力信号中の前記パイロットシンボルのチャネル変動を各ユーザの各パス毎に推定し、推定したパイロットシンボルのチャネル変動を、前記逆相関フィルタの出力信号中の前記情報データの各シンボル位置に内挿補間し、各前記情報シンボルのチャネル変動を推定するチャネル変動推定部と、



前記チャネル変動推定部によって各パス毎に推定したチャネル変動を、前記受信信号に補償するチャネル変動補償部と、

該チャネル変動補償部から出力された各パス毎の受信信号を合成する RAKE 合成部と、

前記 RAKE 合成部の出力信号を判定するデータ判定部と、

該データ判定部から出力された判定データに、前記チャネル変動推定部の出力として得られたチャネル変動を与えるチャネル変動付加部と、

該チャネル変動付加部から出力された各パスの信号を、各パスの受信タイミングに同期した拡散符号で拡散する再拡散部と、

前記再拡散部の出力を加算して、前記第 k 番目のユーザの干渉信号レプリカを生成する加算器と

を具備するようにしてもよい。

上記 CDMA 復調装置は、さらに、

前記相関検出器の出力の SIR を測定する SIR 測定部と、

前記干渉キャンセラの出力信号の受信品質を測定する受信品質測定部と、

測定された前記受信品質、および所要受信品質に基づいて、目標 SIR を設定する目標 SIR 設定部と、

前記 SIR 測定部から出力された SIR を、前記目標 SIR と比較して、送信電力制御信号を生成する送信電力制御信号生成部と

を具備するようにしてもよい。

上記 CDMA 復調装置において、前記目標 SIR 設定部は、同時通信者数に応じて、前記目標 SIR の初期値を設定するようにしてもよい。

上記 CDMA 復調装置において、前記受信品質測定部は、フレーム誤り率を測定する誤り率測定部と、該フレーム誤り率を予め定めたフレーム誤り率のしきい値と比較して、前記受信品質を判定する手段とを具備するよ

うにしてもよい。

上記CDMA復調装置において、前記受信品質測定部は、前記パイロットシンボルのビット誤り率を測定する誤り率測定部と、該ビット誤り率を予め定めたビット誤り率のしきい値と比較して、前記受信品質を判定する手段とを具備するようにしてもよい。

上記CDMA復調装置において、前記相関検出器は、マッチトフィルタであるようにしてもよい。

上記CDMA復調装置において、前記干渉キャンセラは、前記マッチトフィルタからの出力信号から、各チャネル毎に、各パスの逆拡散信号からなる受信ベクトルを生成する受信ベクトル生成部と、自チャネルの拡散符号、および受信機入力の他の全ての拡散符号の相互相関を計算し、相互相関から構成される行列の逆行列を生成する相互相関逆行列生成部と、前記逆行列によって、前記受信ベクトルを補償して、各受信ベクトル間の相互相関を除去し干渉を除去する行列ベクトル乗算部とを具備するようにしてもよい。

第2に、本発明によれば、情報レートより高速の拡散符号によって情報データを広帯域信号に拡散して送信し、多元接続伝送を行うCDMA (Code Division Multiple Access) 通信システムにおいて、パターン既知のパイロットシンボルを受信してチャネル変動を推定し、複数のチャネルを通して受信された各受信信号を、推定されたチャネル変動によって補償し、補償された前記受信信号を復調して、前記情報データを再生するCDMA復調装置において、

前記各チャネルの各パスの受信タイミングに同期した拡散符号を拡散符号レプリカとし、該拡散符号レプリカと前記各パスの受信信号との相関検出を行う相関検出器と、

前記相関検出器の該当パスの受信電力の総和を求めて、希望波受信信号レベルを検出する受信レベル検出器と、

該受信レベル検出器によって検出された各ユーザの受信信号レベルに応じて、前記ユーザの復調処理の順番を制御するチャネルランキング部と、

前記チャネルランキング部から出力された制御信号によって決められた順番にしたがって、各ユーザに対して、前記受信信号を逆拡散し、逆拡散された信号を再拡散し、再拡散によって得られた他ユーザの干渉信号レプリカを当該ユーザの受信信号から差し引く複数ステージの干渉キャンセラと、

前記複数ステージの内の最終ステージの干渉キャンセラにおいて、他ユーザの干渉量を差し引いた後の信号中の前記パイロットシンボルを用いてチャネル変動を推定し、推定されたチャネル変動を用いて前記情報データを補償し、補償された情報データの絶対同期検波を行うパイロット内挿補間・絶対同期検波部と

を具備することを特徴とするCDMA復調装置が提供される。

上記CDMA復調装置において、前記複数ステージの第 $i$  ( $i$ は2以上の整数)ステージの干渉キャンセラは、第 $(i-1)$ ステージの干渉キャンセラで推定した各ユーザの干渉信号レプリカを入力とし、該第 $i$ ステージの干渉キャンセラで推定した各ユーザの干渉信号レプリカを、第 $(i+1)$ ステージの干渉キャンセラに供給するようにしてもよい。

上記CDMA復調装置において、前記各ステージの各干渉キャンセラは、前記干渉信号レプリカを生成するサブ干渉キャンセラをユーザ毎に具備し、前記第 $i$ ステージの干渉キャンセラの第 $k$  ( $k=1, 2, \dots, M$ のいずれか)番目のユーザのサブ干渉キャンセラは、

第 $1, 2, \dots$ および $(k-1)$ 番目のユーザの干渉信号レプリカとして、

前記第  $i$  ステージの干渉キャンセラにおける干渉信号レプリカを前記受信信号から差し引き、第  $(k+1)$ , ...,  $(M-1)$  および  $M$  番目のユーザの干渉信号レプリカとして、第  $(i-1)$  ステージの干渉キャンセラにおける干渉信号レプリカを前記受信信号から差し引く干渉減算器と、

前記干渉減算器の出力信号と、前記各バスの受信タイミングに同期した拡散符号レプリカとの間の相関検出を行い、前記各バス毎の逆拡散信号を求めるマッチトフィルタと、

前記各バス毎の逆拡散信号を、前記各バスの受信タイミングに同期した拡散符号で拡散し、前記各ユーザのバスの干渉信号レプリカを推定し、推定された前記干渉信号レプリカを加算して各ユーザの干渉信号レプリカを生成する再拡散・合成部と

を具備するようにしてもよい。

上記CDMA復調装置において、前記パイロットシンボルは、前記情報データの間に周期的に挿入されたようにしてもよい。

上記CDMA復調装置において、前記各ステージの干渉キャンセラは、1つの前記サブ干渉キャンセラと、前記各ステージの各ユーザの干渉信号レプリカを格納するメモリとから構成され、前記サブ干渉キャンセラを時分割で使用するようにしてもよい。

本発明によれば、各ステージの各チャネル毎に、パイロット信号を用いてチャネル変動を推定している。言い換えれば、パイロット信号を用いたチャネル変動の推定部を、各ステージの各チャネルの干渉キャンセラループの中に含めた構成とした。この結果、干渉キャンセラの各ステージにおいて、干渉信号レプリカの精度が順次向上し、各チャネル変動の推定精度も向上する。したがって、ユーザ数の多い場合の干渉キャンセル効果が向上する。

また、S I Rが低い第1ステージの一部のユーザに対して、逆相関フィルタにより干渉除去し、S I Rを向上させてから復調処理を行うことによって、判定データおよび干渉信号レプリカの精度が向上する。後続する干渉キャンセラは、この判定データおよび干渉信号レプリカを用いて、干渉キャンセル処理を行うため、チャネル変動の推定精度が向上する。

S I Rが低いランキングの大きい最初の数ユーザについてデコリレータを用いて干渉低減を行い、干渉を低減した信号に対してパイロットシンボルを用いたチャネル推定を行うことにより、この数ユーザ分について推定精度をさらに向上させることができる。

また、受信側において、マルチユーザ型干渉キャンセラの出力側で通信品質を測定し、この受信品質情報をS I R測定のS I Rしきい値に帰還して補正することにより、マッチトフィルタ出力信号でS I R一定型クローズドループ送信電力制御を行うことによって、干渉低減された信号のS I Rに基いた送信電力制御信号を、制御遅延の増大を伴うことなく達成することができる。

#### 図面の簡単な説明

図1は、従来のCDMA復調装置における、マルチステージ干渉キャンセラの構成を示すブロック図である。

図2Aおよび2Bは、従来の他のマルチステージ干渉キャンセラの構成を示すブロック図である。

図3は、図2Aおよび2Bの装置で使用される従来のチャネル構成を示す概念図である。

図4は、本発明によるCDMA復調装置の第1実施例の全体構成を示す

ブロック図である。

図5 Aおよび5 Bは、図4に示すCDMA復調装置のマルチステージ干渉キャンセラを示すブロック図である。

図6は、第1実施例において使用されるフレーム構成を示す概念図である。

図7は、第1実施例における、パイロット信号を用いた情報データ位相誤差補償方法を説明するためのベクトル図である。

図8および9は、第1実施例におけるマルチステージ干渉キャンセラの効果を示すグラフである。

図10は、本発明によるCDMA復調装置の第2実施例において使用される干渉キャンセラを示すブロック図である。

図11は、本発明によるCDMA復調装置の第3実施例の干渉キャンセラにおいて、各ユーザの干渉レプリカを生成するための、チャネル変動推定部およびチャネル変動補償部の構成を示すブロック図である。

図12は、第3実施例における干渉レプリカの生成方法を説明するための概念図である。

図13は、第3実施例における干渉レプリカ生成のための、チャネル変動の推定方法を説明するためのベクトル図である。

図14は、本発明によるCDMA復調装置の第4実施例における、第2ステージ以降のマルチステージ干渉キャンセラの、第k番目のユーザのICU（干渉キャンセルユニット）を示すブロック図である。

図15は、本発明によるCDMA復調装置の第5実施例における、第2ステージ以降のマルチステージ干渉キャンセラの、第k番目のユーザのICUを示すブロック図である。

図16 Aおよび16 Bは、本発明によるCDMA復調装置の第6実施例

における、第1ステージの干渉キャンセラを示すブロック図である。

図17Aおよび17Bは、本発明によるCDMA復調装置の第7実施例における、マルチステージ干渉キャンセラを示すブロック図である。

図18Aおよび18Bは、本発明によるCDMA復調装置の第8実施例の全体構成を示すブロック図である。

図19Aおよび19Bは、第8実施例におけるマルチステージ干渉キャンセラを示すブロック図であり、図19Bの破線で囲んだ部分は、第8実施例の変形例を示す。

図20は、本発明によるCDMA復調装置の第9実施例における、マルチステージ干渉キャンセラおよびパイロット内挿補間・RAKE合成絶対同期検波部を示すブロック図である。

図21は、フェージングの速さに対する、クローズドループ送信電力制御の誤差を示すグラフである。

図22は、本発明によるCDMA復調装置に、送信電力制御を適用した実施例を示すブロック図である。

図23Aおよび23Bは、図22の受信品質測定部の構成を示すブロック図である。

図24は、図22のマッチトフィルタ出力における受信電力と、干渉キャンセラ出力における受信電力とを比較して示した概念図である。

図25は、本発明によるCDMA復調装置に、送信電力制御を適用した他の実施例を示すブロック図である。

図26は、本発明によるCDMA復調装置に、送信電力制御を適用したさらに他の実施例を示すブロック図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照して、本発明の実施例を詳細に説明する。

#### 実施例 1

図 4 は、本発明による CDMA 復調装置の第 1 実施例の全体構成を示すブロック図、図 5 A および 5 B は、この CDMA 復調装置の第 1 ステージおよび第 2 ステージの干渉キャンセル部の構成を示すブロック図、図 6 は、本発明を適用した CDMA 通信システムのフレーム構成を示す概念図である。

本発明を適用したシステムのフレームは、図 6 に示すように、パターン既知のパイロット信号を、数シンボル単位で、情報信号の間に一定周期で挿入した構成である。

このシステムの受信側は、図 4 に示すように、チャンネル 1 - N に対応して設けられたマッチトフィルタ 103 および受信レベル検出器 104 と、チャンネルランキング部 105 と、第 1 - 第 H ステージの干渉キャンセル部 106 ~ 108 とから構成されている。マッチトフィルタ 103 は、各チャンネルの各パスにおいて、受信タイミングに同期した拡散符号を拡散符号レプリカとして、該拡散符号レプリカと受信信号との相関検出を行う。受信レベル検出器 104 は、マッチトフィルタ 103 から出力される各パスの受信電力の総和を各チャンネル毎にとって、希望波受信信号レベルを検出する。チャンネルランキング部 105 は、各ユーザの受信信号レベルに応じて、受信機入力のユーザの復調処理の順番を制御するチャンネルランキング情報を出力する。干渉キャンセル部 106 ~ 108 は、チャンネルランキング情報に応じて、受信レベルの高いユーザから順番に復調処理を行うとともに、前ステージの干渉キャンセル部で推定された、各ユーザの干渉信号レプリ



カを入力とし、各ユーザの新たな干渉信号レプリカを出力する。

図5Aおよび5Bは、それぞれ、干渉キャンセル部106および107の構成を示す。

干渉キャンセル部106の入力端201に供給された受信拡散信号Sは、遅延器202、203 (203-2 - 203-M)、および干渉キャンセルユニット (以下、ICUと呼ぶ) 210-1に供給される。遅延器202の出力は、第2ステージの干渉キャンセル部107に供給される。また、各遅延器203の出力は、第2-第Mチャンネルの各干渉減算器204 (204-2 - 204-M) に供給される。これらの遅延器203は、処理タイミングを合わせるためのものである。第k (k=2, ..., M) 番目のユーザの干渉減算器204-kは、第1, 2, ..., (k-1) 番目のユーザの当干渉キャンセル部での干渉信号レプリカと、第(k+1), ..., (M-1), M番目のユーザの前ステージの干渉キャンセル部での干渉信号レプリカとを、入力信号から差し引く。

ICUは、ユーザ数×ステージ数分設けられている。その構成を、第1ステージのユーザ1のICU210-1を例にとって説明する。ICU210-1は、マルチパスの各パス毎に設けられたマッチトフィルタ211、パイロットシンボルチャンネル変動推定部 (PCH Eと呼ぶ) 212およびチャンネル変動補償部213と、RAKE合成部214と、データ判定部215と、各パス毎に設けられたチャンネル変動付加部216および再拡散部217と、加算器218とから構成されており、加算器218の出力 (チャンネル変動推定値) が出力端子219から出力される。

マッチトフィルタ211は、各パス毎に、受信拡散信号と拡散符号レプリカとの相互相関をとり、逆拡散信号を出力する。PCH E212は、各パス毎に、逆拡散信号中の各シンボルの、伝送路における変動を推定する。

すなわち、各パス毎に、パイロットシンボルによって推定した伝送路変動を、その間の情報シンボル位置に内挿補間し、各情報シンボルにおける伝送路変動を推定する。チャンネル変動補償部 213 は、各パス毎に、推定された位相変動を補償する。RAKE 合成部 214 は、各チャンネル変動補償部 213 の出力信号を、各パスの受信電力の大きさに応じて重み付け合成する。データ判定部 215 は、RAKE 合成部 214 の出力信号を判定し、判定データを出力する。チャンネル変動付加部 216 は、データ判定部 215 から出力された各パスの信号に、PCH E 212 から出力された位相変動を与える。再拡散部 217 は、チャンネル変動付加部 216 から出力された各パスの信号を、各パスの受信タイミングに同期した拡散符号で再拡散する。加算器 218 は、このユーザの各パスの推定受信信号の総和をとって、このユーザの受信信号レプリカ  $S_1^{(1)}$  を生成する。受信信号レプリカ  $S_1^{(1)}$  は、他のチャンネルにとっては干渉となるので、干渉信号レプリカと呼ぶことができる。この干渉信号レプリカ  $S_1^{(1)}$  は、ユーザ 2 の減算器 204-2 に供給され、遅延器 203-2 によって遅延された受信拡散信号  $S$  から減算される。このため、第 2 ユーザの ICU 210-2 は、干渉量が軽減された信号に対して、干渉キャンセル処理を行うことになる。本ステージの他の ICU 210 も同様の構成を有している。また、他の干渉キャンセル部 107 および 108 も同様の構成である。

本実施例の動作を説明する。マッチトフィルタ 103 は、各ユーザの各パス毎に対応する拡散符号をレプリカとして、受信機入力信号を逆拡散する。受信レベル検出器 104 は、各ユーザ毎に、RAKE 合成すべきマルチパスのマッチトフィルタ相関出力値を加算することによって、各ユーザ毎に受信信号電力を求める。チャンネルランキング部 105 は、受信信号電力レベルの大きいユーザから順番にランク付けを行い、チャンネルランキン

グ情報を出力する。

シリアルキャンセル部 106～108は、ランクの上のユーザから順番に復調処理を行う。第1ステージの干渉キャンセル部106の動作は、次の通りである。

ICU210-1は、ユーザ1の干渉信号レプリカ  $S_1^{(1)}$  を生成する。まず、マッチトフィルタ211は、各パス毎に、受信拡散信号  $S$  を逆拡散する。PCH210は、図6に示すパイロットシンボルで挟まれた情報ビット毎に、パイロットシンボルにおける受信位相を内挿補間して、各情報シンボルの伝送路位相変動を求める。

図7は、パイロットシンボルの内挿補間による、情報シンボルの伝送路変動の推定方法を示す。図7の横軸はパイロットシンボルおよび情報シンボルの同相成分の大きさを示し、縦軸はそれらの直交成分の大きさを示す。 $P_i$  および  $P_{i+1}$  は、各パイロットシンボル区間で平均化して求めたパイロットシンボルの受信位相ベクトルを示す。破線  $L_1$  は、パイロットシンボルの受信位相ベクトル  $P_i$  および  $P_{i+1}$  を、情報シンボル区間に線形内挿補間して得られた直線である。ベクトル  $S_1, S_2, \dots$  は、この内挿補間によって推定した、各情報シンボルの受信位相ベクトルを示す。曲線  $C_1$  は、伝送路変動にともなう各シンボルの実際の受信位相ベクトルの終点の軌跡を示す。図7に示すように、各パイロットシンボル区間における受信位相ベクトルを、それらの間の各情報シンボルの位置にまで線形内挿補間することによって、情報シンボルの受信位相ベクトルを推定することができる。本実施例では、このようなパイロットシンボルによる位相変動の推定を、マルチステージ干渉キャンセラの、各ステージの各ユーザの各パス毎に行っている。なお、パイロットシンボルの挿入間隔は、伝送路の位相変動に追従できるように決定する。

チャネル変動補償部 213 は、得られたチャネル位相変動推定値を用いて、情報シンボルの位相補償を行う。RAKE 合成部 214 は、位相補償された各パスの信号を、各パスの受信電力を重みとして RAKE 合成する。データ判定部 215 は、RAKE 合成された信号を、識別・判定して再生データレプリカを生成する。チャネル変動付加部 216 は、判定データに、各パスの推定位相変動を付加する。再拡散部 217 は、チャネル変動付加部 216 の出力を、各パスの受信タイミングに同期した拡散符号で再拡散して、各パスの干渉信号レプリカを求める。加算器 218 は、各パスの干渉信号レプリカの総和を求めることによって、ユーザ 1 の干渉信号レプリカ  $S_1^{(1)}$  を求める。

次に、ユーザ 2 についての処理を説明する。干渉減算器 204-2 は、受信拡散信号  $S$  からユーザ 1 の干渉信号レプリカ  $S_1^{(1)}$  を差し引く。ICU 210-2 は、ICU 210 と同様にして、ユーザ 2 の干渉量  $S_2^{(1)}$  を推定する。この場合、ユーザ 2 の ICU 210-2 への入力信号は、受信拡散信号  $S$  と比較して、SIR (Signal-to-Interference ratio) が向上している。これは、受信信号  $S$  からユーザ 1 の干渉信号レプリカ  $S_1^{(1)}$  を差し引いているためである。同様に、第  $k$  番目のユーザの ICU への入力信号は、第 1 - 第  $(k-1)$  番目のユーザの干渉信号レプリカ (受信信号レプリカ) を差し引くため、SIR を順次に高めることができる。以下、第  $M$  番目のユーザまでの各ユーザに対して、その直前のユーザまでの干渉信号レプリカの総和を差し引いた信号に対してデータ復調処理を行う。

第 2 ステージの干渉キャンセル部 107 は、第 1 ステージの干渉キャンセル部 106 と同様に、ユーザ 1 から順次復調処理を行う。すなわち、ユーザ 1 の ICU 230-1 は、処理遅延を考慮した受信信号  $S_d$  から第 1 ステージにおける他のユーザの干渉信号レプリカの総和、 $S_2^{(1)} + S_3^{(1)}$

$+ \dots + S_M^{(1)}$  を差し引いた信号について、ICU 210-1と同様にして、ユーザ1の干渉信号レプリカを求める。

第2ステージのユーザ2のICU 230-2も、第2ステージで求めた第1ユーザの干渉信号レプリカと、第1ステージで求めた第3ユーザから第Mユーザまでの干渉信号レプリカとの総和、 $S_1^{(2)} + S_3^{(1)} + \dots + S_M^{(1)}$  を受信信号Sdから差し引いた信号に対して、同様の処理を行い、第2ユーザの干渉信号レプリカを求める。さらに、第MユーザのICU 230-Mも、第2ステージで推定した他のユーザの干渉信号レプリカの総和、 $S_1^{(2)} + S_2^{(2)} + \dots + S_{M-1}^{(2)}$  を受信信号Sdから差し引いた信号に対して、同様の処理を行い、第Mユーザの干渉信号レプリカを求める。

言い換えれば、第kユーザは、自分よりもランキングの高い（すなわち、受信信号レベルが大きい）ユーザについては、当該ステージでの干渉信号レプリカを用い、自分よりもランキングの低いユーザについては、1ステージ前の干渉キャンセル部で生成された干渉信号レプリカを用いて、干渉信号レプリカの算出を行う。

本実施例が従来技術と異なる点は、各ステージの各ユーザ毎に、各パスの位相推定を行う点である。この方法によれば、干渉キャンセル部のステージを1段経過する毎に、各ユーザの干渉信号レプリカの精度が向上する。この結果、受信信号から他ユーザの干渉信号レプリカを差し引いた推定誤差が減少し、位相変動の推定精度も改善される。

なお、本実施例においては、逆拡散手段としてマッチトフィルタを用いたが、各パス数分のスライディング相関器でシリアルキャンセラを構成しても、同等の特性を得ることができる。

図8は、本実施例によるCDMA復調装置における平均ビットエラーレートを、従来装置のものと比較して示したグラフである。このグラフにお

いて、横軸は、 $E_b/N_0$ (energy per bit to noise spectral density)を示し、縦軸は、平均ビット誤り率を示している。従来装置は、図7に示すように、逆拡散して得たパイロットシンボルを情報シンボル区間に内挿補間して、チャンネル変動を推定している点は、本発明と同様である。しかしながら、本発明が、干渉キャンセル部の各ステージ毎に、各ユーザの各パスについてチャンネル推定を逐次実行しているのに対して、従来装置は、各ユーザの各パイロットシンボル区間で得た受信ベクトルを、干渉キャンセル部の全ステージで共通に使用している点が異なっている。

図8のグラフから分かるように、誤り率の改善は、干渉キャンセル部が3ステージのときにはほぼ最高となり、それ以上ステージ数を増やしても、効果はほとんど増加しない。また、 $E_b/N_0$ が10 dBの付近では、本発明装置は、従来装置に比較して、1桁近く誤り率を減らすことができる。

図9は、本発明装置の平均ビット誤り率を、今回パイロット区間と前回パイロット区間の間で加重平均をとって、パイロットシンボルの位相推定を行う場合のものと比較して示すグラフである。図において、 $\alpha$ および $(1-\alpha)$ が加重であり、黒丸が本発明の誤り率を示している。図から分かるように、 $E_b/N_0$ が10 dBの付近では、本発明の誤り率は、加重平均化するものと比較して、約1/6に減少している。

## 実施例2

図10は、本発明によるCDMA復調装置の第2実施例の干渉キャンセル部を示すブロック図である。この実施例が第1実施例と異なる点は、1つのICUで、M人のユーザに対して、全ステージ分の処理を実行している点である。すなわち、1つのICUを時分割で繰り返し使用することによって、ハードウェアの単純化を図っている点である。

図10において、入力端子301に入力された受信拡散信号Sは、メモリ303に供給される。メモリ303は、チャネルランキング部105から供給されるユーザ制御信号（チャネルランキング信号）の制御下で、遅延器として機能する。すなわち、図5Aの遅延器202、203および223に対応する。また、干渉減算器304は、図5Aの干渉減算器204および224に対応するもので、メモリ303から読み出された拡散信号Sから、干渉信号レプリカメモリ305から読み出された干渉信号レプリカを減算する。ICU310は、図5AのICU210および図5BのICU230に対応するもので、干渉減算器304の出力に対して、チャネル推定、RAKE合成、および干渉信号レプリカ生成を実行し、新たな干渉信号レプリカを出力する。こうして、ICU310は、各ユーザ、各パスの干渉信号レプリカを順次更新し、得られた干渉信号レプリカを干渉信号レプリカメモリ305に書き込む。

### 実施例3

図11は、本発明によるCDMA復調装置の第3実施例における、ICU内のマッチトフィルタ、PCH E（パイロットシンボルチャネル変動推定部）およびチャネル変動補償部の構成を示すブロック図である。第3実施例の詳細を説明する前に、その原理を説明する。

セルラ通信システムにおいては、基地局から移動局に向かう下りチャネルでは、各ユーザの送信タイミングは同期している。しかしながら、それに応答する上りチャネルでは、伝搬遅延が異なるために、各ユーザの情報シンボルタイミングおよび拡散符号チップタイミングが非同期となる。

図12は、非同期チャネルにおける各ユーザのフレーム構成を示す。図に示すように、ユーザXのパイロットシンボルに対しては、ユーザYの前

のパイロットブロック内の情報シンボルの干渉がある。マルチステージ干渉キャンセラでは、推定干渉レプリカは、チップ単位で生成するからである。このため、1パイロットブロック単位で行うマルチステージ干渉キャンセラ処理は、パイロットブロックの前後の情報シンボルまで含めた時間単位で行うことが必要となる。すなわち、図12に示すパイロットブロック時間 $T_B$ ではなく、その前後の情報シンボルを取り込んだ干渉キャンセル処理時間 $T_A$ 単位で推定干渉レプリカを生成する必要がある。このため、受信信号レベルの平均値によるチャネルランキングや、推定干渉レプリカの生成などの処理は、処理時間 $T_A$ 毎に行わなくてはならない。

図13は、非同期チャネルにおける干渉レプリカ生成のための、チャネル推定の原理を示すベクトル図である。図13の処理が、図7の処理と異なる点は、パイロットシンボル $P_i$ の外側の数シンボルについては、パイロットシンボルの受信包絡線を外挿して、チャネル変動を推定している点である。この外側のシンボル数は、伝搬遅延を考慮しても数シンボルであるために、パイロットシンボルのチャネル変動推定値を、パイロットシンボルの外側の情報シンボルのチャネル推定値として採用しても大きな誤差は生じない。これらの推定値を用いることによって、パイロットシンボルの外側の情報シンボルの、拡散信号レプリカを生成することができる。また、2つのパイロットシンボルで挟まれた情報シンボルについては、図7と同様に、両側のパイロットシンボルを情報シンボル区間内に内挿補間して変動推定し、情報シンボルの拡散信号レプリカを生成する。これらの拡散信号レプリカを受信信号 $S$ から差し引くことによって、上りの非同期チャネルにおいても、マルチユーザ干渉キャンセラを構成することができる。この方法によれば、1パイロットブロック時間 $T_B$ 間の受信信号のみをメモリに蓄積しておけば、それより長い処理時間 $T_A$ の範囲で干渉レプリカを



生成することができ、効率的なマルチユーザ干渉キャンセラを実現できる。

図 11 に戻り、本実施例の ICU 内の PCHE およびチャネル変動補償部の構成を説明する。他の構成は、図 5 A と同様である。

図 11 において、入力端子 201 に印加された受信拡散信号は、受信信号メモリ 403 に書き込まれる。メモリ 403 は、図 12 の 1 パイロットブロック時間 TB 間の受信信号を蓄積する。蓄積された受信信号は、マッチトフィルタ 411 に供給され逆拡散される。逆拡散信号は、遅延器 413、チャネル推定部 415、およびパイロットフレーム同期部 419 に供給される。

チャネル推定部 415 は、パターン既知のパイロットシンボルを逆拡散信号の中から抽出し、パイロット信号発生部 417 から供給されるパイロットシンボルと、シンボル毎に比較し、位相変動を推定する。この場合、パイロット信号発生部 417 のパイロットシンボルの発生位相は、パイロットフレーム同期部 419 からの信号によって制御される。

チャネル推定部 415 によって推定された位相変動は、信号化されて内挿補間部 421 および外挿部 423 に供給される。パイロットブロックの内側の情報シンボルについては、両側のパイロット区間において推定した推定値を各情報シンボルの位置に内挿して、各情報シンボルのチャネル変動を推定する。一方、パイロットブロックの外側の情報シンボルについては、これらの情報シンボルに最も近いパイロット区間における推定チャネル変動を、チャネル変動推定値とする。上述したように、これらの情報シンボル数は、セル半径が数 km のセルラシステムにおける伝搬遅延を考慮しても、数個に過ぎない。これらのチャネル変動推定値は、フェージングひずみ補償部 425 に供給され、遅延器 413 を通った逆拡散信号に乗算され、そのチャネル変動が補償される。

このような処理が、このユーザの各パスについて行われ、チャネル変動補償された各パスの逆拡散信号がRAKE合成部430に供給される。RAKE合成された信号は、データ判定部440によって判定される。

この実施例によれば、上りの非同期チャネルにおいても、一定時間単位のプロック処理で、マルチステージの干渉キャンセル処理が可能となる。この実施例では、プロック間で干渉レプリカ情報のやりとりをする必要がないため、装置の簡単化を図ることができる。

#### 実施例4

図14は、本発明によるCDMA復調装置の第4実施例の、第2ステージ以降の干渉キャンセラのICUを示すブロック図である。この実施例は、自チャネルのマルチパス信号による干渉レプリカをも除去するものである。

移動通信環境下では、建物や土地からの反射によって、マルチパス伝搬路が形成される。自チャネルのマルチパス信号も、他ユーザからの信号と同様に、逆拡散時に相互相関を生じて干渉の原因となる。上述した各実施例のように、パイロットシンボルを用いて、各ステージ毎に逐次的にチャネル推定を行う構成では、第2ステージ以降のステージのICUの入力信号には、自チャネルのマルチパス信号による干渉レプリカが含まれている。

高速チップレートの広帯域DS-SS-CDMAでは、時間分解能が低いために、受信信号を多数のマルチパス信号に分離でき、RAKE合成機能が効果的である。しかしながら、RAKE合成においては、マルチパスの1パス当たりの信号電力が低減し、自チャネルのマルチパス信号からの干渉が無視できなくなる。したがって、マルチステージ干渉キャンセラにおいては、受信信号から、他ユーザの干渉レプリカだけでなく、自チャネルのマルチパス信号による干渉レプリカをも差し引いた信号を、ICU入力信号

として用いて、SIRをさらに向上させる必要がある。

図14は、このような考えの下に実現されたCDMA復調装置の、第*i*ステージ(*i*は2以上の整数)の第*k*ユーザのICUを示す。

このICU510-*k*が、図5Aに示す第1実施例のICU210と異なる点は、次の通りである。

(1) 干渉レプリカ除去部505(505-1 - 505-*Lk*)を新たに設けた点。この干渉レプリカ除去部505は、自チャネルのマルチパス波に起因する干渉レプリカを除去するためのものである。

図14の干渉減算器504-*k*は、図5Bの干渉減算器224に対応し、入力端子501に供給された受信拡散信号S2(受信拡散信号Sを遅延した信号)から、他のユーザの干渉レプリカを差し引く。すなわち、干渉減算器504-*k*は、自分より前の第1から第(*k*-1)ユーザについては、本ステージ*i*で得られた干渉レプリカを受信拡散信号から差し引き、自分より後の第(*k*+1)から第*M*までのユーザについては、1つ前の第(*i*-1)ステージで得られた干渉レプリカを受信拡散信号から差し引く。他ユーザの干渉レプリカが除去された受信拡散信号S3は、干渉レプリカ除去部505に供給される。

干渉レプリカ除去部505は、自チャネルの各マルチパスについて、1つ前の第(*i*-1)ステージで得られた他のマルチパスの干渉レプリカを、受信拡散信号S3から差し引いて除去する。たとえば、干渉レプリカ除去部505-1は、前の第(*i*-1)ステージで得られた、第2マルチパス以降のすべてのマルチパスの干渉レプリカを、受信拡散信号S3から引いて除去する。一般に、第*k*番目のユーザの第*L<sub>i</sub>*番目のマルチパス波に関して考えると、前ステージのICUで推定した第*k*番目のユーザの、*L<sub>i</sub>*を除くマルチパスの干渉レプリカを、受信拡散信号S3から差し引く。こうし

て得られた受信拡散信号は、各パスに対応して設けられたマッチトフィルタ 211 に供給され、以後、第1実施例と同様の処理を受け、再拡散部 217 で再拡散される。なお、図14において、 $L_k$  はユーザ  $k$  の RAKE 合成パス数である。

(2) 各パスの再拡散部 217 の出力を、当ステージのマルチパス波の干渉レプリカとして、出力端子 507 ( $507-1 \sim 507-L_k$ ) から出力する点。これらの干渉レプリカは、次の第  $(i+1)$  ステージに供給され、マルチパス波の干渉レプリカ除去に用いられる。

なお、図14のICUでは、干渉レプリカ除去部 504 および 505 を、ICUの外側および内側にそれぞれ配置したが、これに限定されない。要は、ICU 510 内のマッチトフィルタ 211 への入力信号として、受信拡散信号から、他ユーザの干渉レプリカ、および自チャネルの他のパスのマルチパス波の干渉レプリカを差し引いた信号が供給されればよい。

この実施例によれば、第1実施例と比較して、SIRをさらに向上させることができる。この結果、受信特性を改善することができ、システムの加入者容量を増大することが可能となる。

#### 実施例 5

図15は、本発明によるCDMA復調装置の第5実施例の、第2ステージ以降の干渉キャンセラのICUの構成を示すブロック図である。この実施例は、データ判定部 215 から出力される判定データの振幅を、希望波の振幅にマッチングさせて、各ユーザの各マルチパスの干渉レプリカをさらに高精度に生成しようとするものである。

図15に示す第5実施例が、図14に示す第4実施例と異なる点は、判定データの振幅値を求める回路を新たに設けた点である。以下、この点を

説明する。受信信号電力検出器 521 (521-1 - 521-Lk : ただし、Lk は RAKE 合成のパス数) は、各パス毎に逆拡散信号の信号電力を求める。これは、逆拡散信号の同相成分および直交成分の振幅 2 乗和として求めることができる。加算器 523 は、電力検出器 521 の各出力を、RAKE 合成のマルチパス分だけ加算して、RAKE 合成後の受信信号電力を求める。同相・直交成分振幅変換部 525 は、この受信信号電力から、受信信号の同相および直交成分の絶対振幅を求める。各シンボル毎の振幅値は、雑音の影響でばらついているため、1 パイロットブロックにわたって、平均化して、雑音の影響を取り除いた振幅値を得る。この平均化を実行するのが、平均化部 527 である。平均化された振幅値は、乗算器 529 に供給され、判定データの振幅値が受信信号の振幅値にマッチするように調整される。

本実施例によれば、各ユーザの各マルチパスの干渉レプリカを精度よく生成することができる。

#### 実施例 6

図 16 A および 16 B は、本発明による CDMA 復調装置の第 6 実施例の、第 1 ステージの干渉キャンセル部の構成を示すブロック図である。他の構成要素は、図 4 に示す構成と同様である。すなわち、図 4 に示すマッチトフィルタ 103、受信レベル検出器 104 およびチャネルランキング部 105 と、第 2 ステージ以降の干渉キャンセル部 107 および 108 は、第 1 実施例と同様である。

前述したように、マッチトフィルタ 103 は、各チャネルの各パスの受信拡散符号に同期した拡散符号レプリカと、受信拡散信号 S との相関検出を行う。受信レベル検出器 104 は、マッチトフィルタ 103 から出力さ

れた各パスの受信電力の総和をチャンネル毎に計算して、希望波受信信号レベルを検出する。チャンネルランキング部105は、受信レベル検出器104の各ユーザの受信信号レベルに応じて、受信機入力ユーザの復調処理の順番を制御するチャンネルランキング情報を出力する。

本実施例の第1ステージの干渉キャンセル部が、図5Aに示す干渉キャンセル部と異なる点は、第1〜第kユーザの干渉キャンセル部を、デコリレータ（逆相関フィルタ）を中心として構成した点である。

図16Aおよび16Bにおいて、マッチトフィルタ601（601-1〜601-k）は、

チャンネルランキング部105から供給されたチャンネルランキング情報に基づいて、受信信号レベルの大きい方からkユーザの各パスの信号を逆拡散する。デコリレータ603は、逆相関フィルタとして機能するもので、マッチトフィルタ106と、チャンネルランキング部105からの情報によって、受信信号レベルの大きい方からkユーザの各パスの、各マッチトフィルタ601からの信号を入力ベクトルとして、互いに干渉除去された逆拡散ベクトルを出力する。

絶対同期検波・干渉生成部610（610-1〜610-k）は、図5AのICU210からマッチトフィルタ211を除いた構成を有し、デコリレータ603の出力信号から第1〜第kチャンネルの干渉レプリカを計算する。

第(k+1)〜第Mユーザに関しては、図5Aに示す第1実施例の対応部分と同様である。すなわち、遅延器203、干渉減算器204、およびICU210は、第1実施例と同様である。こうして、受信信号レベルの大きいkユーザについては、デコリレータ603の出力に基づいて干渉レプリカを推定し、この推定干渉レプリカを用いて残りの(M-k)ユーザ

の復調処理を行う。また、第2ステージ以降の干渉キャンセル部では第1実施例と同様にして、各ユーザの推定干渉レプリカを計算する。最終ステージ（第Hステージ）の干渉キャンセル部108は、各ユーザの再生データを出力する。

デコリレータ603は、受信信号レベルの大きいkユーザの $\Sigma L_k$ パスについて直交化処理を行い、受信拡散信号のSIRを向上させる。デコリレータ603による直交化処理は次のように行う。すなわち、デコリレータ603は、kユーザの拡散符号と受信タイミングとから、各パスの受信拡散符号レプリカを生成する。次いで、 $\Sigma L_k$ 個の拡散符号間の相互相関を計算し、この相互相関の値を用いて相関行列を生成する。さらに、この相関行列の逆行列を計算して、受信信号ベクトルにかけることにより、kユーザの全パスの受信信号ベクトル間の直交化処理を行う。

この結果、たとえば第1ユーザの各パスの信号は、第2～第kユーザの各パスの信号と直交化する。したがって、第1ユーザの各パスに対する干渉信号は、第(k+1)ユーザから第Mユーザの各パスからの残留干渉信号のみとなって、SIRが向上する。デコリレータ603で直交化を行ったkユーザの各パス毎に、絶対同期検波・干渉生成部610によって、チャネル変動推定、チャネル変動補償、RAKE合成および干渉レプリカ生成を行う。これらkユーザの干渉レプリカは、第(k+1)ユーザのICU 210-(k+1)以降への入力となり、第1実施例と同様の処理が行われる。

本実施例によれば、第1実施例の欠点が除かれる。すなわち、第1実施例では、最初の段階で干渉レプリカ推定を受ける、受信信号レベルの大きい方のユーザが、不利であった。しかしながら、本実施例では、最初のkユーザに対しては、デコリレータ603によって、干渉キャンセルを行っ

ているので、このような第1実施例の欠点を除去することができる。この $k$ の値は、一般には2以上、かつ拡散率 $PG$ 以下であるが、あまり大きな値はとれない。これは、チャネル数が増加するにしたがって、デコリレータが扱う行列の次数が急激に増加するからである。

#### 実施例 7

図17Aおよび17Bは、本発明によるCDMA復調装置の第7実施例の干渉キャンセル部を示すブロック図である。この実施例が第6実施例と異なる点は、1つのICUで、 $M$ 人のユーザに対して、全ステージ分の処理を実行している点である。すなわち、1つのICUを時分割で繰り返し使用することによって、ハードウェアの単純化を図っている点である。

本実施例の構成および作用は、第2実施例および第6実施例から容易に理解できるので、詳細な説明は省略する。

#### 実施例 8

図18Aおよび18Bは本発明によるCDMA復調装置の第8実施例を示すブロック図である。

本実施例は、図4に示す第1実施例を単純化したものであり、第1実施例とは、次の点で異なっている。

(1) 干渉キャンセル部700, 720および740の構成が、図4の干渉キャンセル部106, 107及び108の構成よりも単純化されている点。

図19Aおよび19Bは、第1および第2ステージの干渉キャンセル部の構成を示すブロック図である。ただし、図19Bの破線で囲んだ部分は、本実施例の変形例に関わる部分であり、これについては、後述する。



図 19 A および 19 B に示す干渉キャンセル部が、図 5 A に示す干渉キャンセル部と異なる点は、ICU 710 (710-1 - 710-M) の構成である。この ICU 710 は、逆拡散信号の位相変動の推定・補償およびデータ判定を行わない。具体的には、図 5 A の ICU 210 から、構成要素 212-216 を省いた構成である。すなわち、ICU 710 のマッチトフィルタ 211 は、受信拡散信号を各パス毎に逆拡散し、逆拡散信号を出力する。この逆拡散信号は、再拡散部 217 に直接供給される。再拡散部 217 は、各パスの逆拡散信号を、各パスの受信拡散符号に同期した拡散符号レプリカを用いて再拡散し、各パスの干渉信号レプリカを求める。加算器 218 は、各パスの干渉信号レプリカの総和を求める。これが、ユーザ 1 の推定干渉レプリカ  $S_1^{(1)}$  である。このように、マッチトフィルタ 211 で逆拡散した信号を、直ちに再拡散部 217 で再拡散することによって、第 1 実施例と比較して回路の簡単化を図ることができる。

(2) 最終ステージの干渉キャンセル部 740 の出力側に、パイロット内挿補間・RAKE 合成絶対同期検波部 750, 760 および 770 を接続した点。

最終ステージ、すなわち、第 H ステージの干渉キャンセル部 740 の各チャネルの ICU から、干渉が低減された信号  $D_1(H)$ ,  $D_2(H)$ , ...,  $D_M(H)$  が出力される。これらの信号は、各チャネル毎に設けられたパイロット内挿補間・RAKE 合成絶対同期検波部 750, 760 および 770 に、それぞれ入力される。検波部 750 の構成と動作は、第 1 実施例の ICU 210 内の、マッチトフィルタ 211 からデータ判定部 215 までの構成および動作と同様であるが、以下に簡単に説明する。

干渉キャンセル部 740 から信号  $D_1(H)$  を受けたマッチトフィルタ 751 は、この信号を、各パス毎に逆拡散する。PCH E (パイロットシンボ

ルチャネル変動推定部) 752は、各パイロットシンボルの位相変動を推定し、パイロット区間における平均をとり、これを位相変動推定値とする。チャネル変動補償部753は、この位相変動推定値を、パイロットシンボルではさまれた情報シンボルの各位置に内挿補間して、各情報シンボルのチャネル位相変動を推定し、マッチトフィルタ751の出力に対して、この推定チャネル位相変動を用いて、情報シンボル区間のチャネル変動を補償する。RAKE合成部754は、位相補償された各パスの信号を、各パスの受信電力を重みとしてRAKE合成する。データ判定部755は、RAKE合成された信号を判定して、再生データを出力する。こうして、絶対同期検波が行われる。

本実施例は、上述した他の実施例とは異なり、各ステージの各ユーザ毎に各パスの位相推定は行わない。これによって、各ステージの干渉キャンセル部の構成が大幅に簡単化される。本実施例における干渉信号レプリカは、データ判定を行わないために、熱雑音の影響を直接受けることとなるが、これは上述した他の実施例において、再生データレプリカを生成する際の判定誤りの影響とほぼ等価である。また、再生データレプリカを生成しないために、生成した干渉信号レプリカには、各拡散符号の相互相関の影響が、各ステージの干渉キャンセル部に伝搬することが考えられるが、干渉キャンセル部のステージ数を、数段に抑えることによって、影響を小さくすることができる。

本実施例では、逆拡散手段としてマッチトフィルタを用いたが、スライディング相関器を用いても、同等の特性のシリアルキャンセラを構成できる。

図19Bの破線で囲んだ部分は、第8実施例の変形例を示す。この変形例においては、第2ステージの干渉キャンセル部720の、各ICU73

0 への入力信号を、パイロット内挿補間・RAKE 合成絶対同期検波部 750 に入力している。

#### 実施例 9

図 20 は、本発明による CDMA 復調装置の第 9 実施例を示すブロック図である。本実施例は、図 10 に示す第 2 実施例を単純化したものであり、その構成および作用は、第 2 実施例および第 8 実施例から明らかなので、詳細な説明は省略する。

#### 実施例 10

前述したように、DS-CDMA においては、各通信者は、フェージングによる瞬時変動、短区間変動および距離変動を受ける。このため、移動局で所要の受信品質を満足するためには、基地局の受信機入力における SIR を一定にする送信電力制御を行う必要がある。

送信電力制御は、オープンループ型と、クローズドループ型とに分けられる。前者は、受信側で SIR を測定し、それに基づいて送信電力を制御する。後者は、受信側で SIR を測定し、それと目標 SIR 値との差に基づいて、通信相手側に送信電力制御信号を送り、相手側の送信電力を制御する。送受の搬送波レベルに相関がない場合には、クローズドループ型の送信電力制御が有効である。

クローズドループ型の送信電力制御を、CDMA 移動通信に適用した場合の特性は、主に制御遅延で決定される。

図 21 は、送信電力制御遅延をパラメータとしたときの、送信電力制御の誤差特性の一例を示すグラフである。送信電力制御の制御周期で正規化したフェージングの速さ  $f_d T$  (横軸) が増加するにつれて、送信電力の

制御誤差（縦軸）が増大する。フェージングが、ある速さ以上になると、送信電力制御がフェージングに追従しなくなり、特性が平坦になる。また、制御遅延が増すにつれて、制御誤差の平坦部が増大している。送信電力制御誤差が増大すると、S I Rが目標値を下回る区間で通信品質が劣化し、加入者容量の減少につながるため、送信電力制御の遅延はできるだけ小さいことが望ましい。

一方、送信電力制御が完全で、受信機入力におけるS I Rが一定になることを保証されたとしても、移動通信のマルチパス環境下においては拡散符号が完全に直交することはない。このため、他の通信者からの干渉を受けることとなり、その大きさは、一人の他通信者あたり、平均で拡散率分の1の電力となる。したがって、同一の周波数帯での通信者数が増加すると、干渉信号電力レベルが増加し、1セル当たりの通信者容量を制限することになる。1セル当たりの通信者容量をさらに増加させるためには、上述した干渉キャンセル技術が用いられる。

受信側で干渉キャンセラを用いると、干渉電力が低減し、受信S I Rが向上するため、干渉キャンセラを用いない場合に比べて、送信電力を低減することができる。したがって、他の通信チャネルに与える干渉量が低減し、各通信チャネルの受信S I Rがより一層向上する。

干渉キャンセラによるS I R向上効果を有効に利用するためには、干渉低減後の信号のS I Rを測定する必要がある。ところが、マルチユーザ型の干渉キャンセラは処理遅延を伴う。例えば、マルチステージ型においては、ステージ数およびユーザ数が増えるにしたがって、処理遅延が大きくなる。また、デコリレータ型においては、ユーザ数およびパス数が増えるにともなって、逆行列演算に要する処理量が増大して処理遅延が増え、さらに、過去および未来の複数のシンボルに対する直交化処理を行うために、

数シンボルの処理遅延を免れない。

上述したように、送信電力制御の特性は、主に制御遅延で決まる。干渉低減後の信号のSIRを測定すると、この制御遅延が極めて大きくなる。この結果、送信電力制御誤差が大きくなって、加入者容量の減少につながってしまう。

このような理由で、マルチユーザ型干渉キャンセラを用いた場合の受信SIR向上効果を、クローズドループ送信電力制御に適用する方法は、開示されていなかった。本実施例は、受信側で干渉キャンセラを適用した場合に、クローズドループ送信電力制御を有効に作用させ、送信電力低減および加入者容量増大効果を達成するものである。

図22は、本発明によるCDMA復調装置に送信電力制御を適用した実施例を示すブロック図である。

図22において、マッチトフィルタ801は、同じ周波数帯域で通信を行うN（Nは2以上の整数）の通信者に対して、各通信チャネルの各パスの受信タイミングに同期した拡散符号レプリカを用いて、相関検出を行う。SIR測定部802は、マッチトフィルタ801の出力信号のSIRを測定する。マルチユーザ干渉キャンセラ803は、各通信チャネルについて、干渉除去された信号を出力する。受信品質測定部804は、マルチユーザ干渉キャンセラ803から出力された、干渉除去された信号の受信品質を、各チャネル毎に測定する。目標SIR設定部805は、受信品質測定部804から出力された受信品質を、所要受信品質と比較して、各チャネル毎に目標SIR値を設定する。TPC（送信電力制御）ビット生成部806は、SIR測定部802から得られた受信SIRを、目標SIR設定部805から得られた目標SIRと比較して、送信電力制御信号を生成する。

図23Aおよび23Bは、受信品質測定部804の詳細を示すブロック

図であり、図 2 3 A は、フレーム誤り率を測定して、受信品質を監視する受信品質測定部 8 0 4 を示し、図 2 3 B は、パイロットシンボルの誤り率を測定して、受信品質を監視する受信品質測定部 8 0 4 を示している。送信電力制御が、瞬時変動に追従して目標 S I R を実現するのを目指すのに対して、受信品質測定部 8 0 4 は、比較的長時間に渡って平均化を行い、干渉キャンセラ 8 0 3 の出力における通信品質をモニタし、送信電力制御の目標 S I R 値を補正する。したがって、干渉キャンセラ 8 0 3 の処理遅延は問題にならない。

図 2 3 A において、C R C チェック部 8 1 1 は、マルチユーザ干渉キャンセラ 8 0 3 から出力された受信データに対して、C R C 検査 (Cyclic Redundancy Ckeck) を行う。すなわち、生成多項式による割算回路に、受信データを入力し、剰余が 0 か否かを判定する。剰余が 0 であれば、通信路におけるフレーム誤りは無かったと判定し、剰余が 0 でなければ、フレーム誤りが生じたと判断する。

フレーム誤り計数部 8 1 2 は、フレーム誤りの個数を計数し、フレーム誤り率を出力する。フレーム誤り率しきい値発生部 8 1 3 は、フレーム誤り率のしきい値を出力する。受信品質判定部 8 1 4 は、フレーム誤り率と、そのしきい値とを比較して、受信品質を示す信号を出力する。目標 S I R 設定部 8 0 5 は、この信号によって基準 S I R を修正し、修正された基準 S I R を出力する。

図 2 3 B に示す、パイロットシンボルの誤り率による受信品質測定部 8 0 4 は、次のように構成される。パイロットシンボル生成部 8 2 1 は、パターン既知のパイロットシンボルを生成する。パイロットシンボル誤り率計数部 8 2 2 は、マルチユーザ干渉キャンセラ 8 0 3 から出力された受信データから、パイロットシンボルを抽出し、パイロットシンボル生成部 8

22から供給されたパイロットシンボルと比較し、パイロットシンボルの誤り率を計算する。

パイロットシンボル誤り率しきい値発生部823は、パイロットシンボル誤り率のしきい値を出力する。受信品質判定部824は、パイロットシンボル誤り率と、そのしきい値とを比較して、受信品質を示す信号を出力する。目標SIR設定部805は、この信号によって基準SIRを修正し、修正された基準SIRを出力する。

本実施例の動作を説明する。マッチトフィルタ801は、各通信チャネルの各バス毎に受信拡散信号と拡散符号レプリカとの相関を検出し、各ユーザの逆拡散信号を出力する。SIR測定部802は、逆拡散信号を用いて、各ユーザ毎にSIRを測定する。一方、マルチユーザ干渉キャンセラ803は、受信拡散信号を用いて、干渉除去された逆拡散信号を出力する。ただし、この逆拡散信号は、処理遅延を伴っている。

受信品質測定部804は、干渉キャンセラ803から出力された逆拡散信号の通信品質を測定する。測定された通信品質は、目標SIR設定部805に送られ、所要受信品質と比較される。

図24は、マッチトフィルタ801の出力と干渉キャンセラ803の出力とを比較した図である。目標SIR設定部805による目標SIRの設定は、次のように行われる。

(1) 目標SIRは、干渉キャンセラ803による干渉低減効果を見込んで、干渉キャンセラ803の出力における所要SIRに比べて低めに設定する。

(2) 干渉キャンセラ803の干渉除去能力は、同時通信者数に応じてある程度予測できるので、目標SIRも、同時通信者数に応じて設定する。

(3) 受信品質測定部804が測定した通信品質が、所要の品質に比べ

て良い場合には、目標SIRを下げる。これによって、通信の過剰品質を避け、送信電力の一層の低減を図る。

(4) 逆に、受信品質測定部804が測定した通信品質が、所要の品質に比べて悪い場合には、目標SIRを上げる。

(5) 上記(3) および(4) の補正を繰り返すことによって、目標SIRを、干渉キャンセラ803の出力において所要の品質が満たされる値に収束させていく。

TPCビット生成部806は、SIR測定部802から出力された測定SIRと目標SIRとを比較し、前者が上回っているときは、通信の相手に、送信電力を下げよとの制御信号(TPCビット)を送る。逆に、後者が上回っているときは、通信の相手方に、送信電力を上げよとの制御信号を送る。これによって、伝送路の瞬時変動に追従するクローズドループ送信電力制御を実現することができる。

なお、所要受信品質は通信チャネル毎に設定する。これは提供するサービス(音声伝送、画像伝送、データ伝送等)によって、要求される通信品質が異なるためである。

#### 実施例11

図25は、本発明によるCDMA復調装置に送信電力制御を適用した他の実施例を示すブロック図である。

本実施例の特徴は、以下の通りである。

(1) マルチユーザ干渉キャンセラ803として、実施例1のレプリカ再生型マルチステージ干渉キャンセラを用いた点。

(2) 受信品質測定部804として、図23Bに示すパイロットシンボルのビット誤り率によって通信品質を測定する、パイロットシンボル平均



誤り率測定部 804 を用いた点。

本実施例の動作は、実施例 1、10 および図 23B に関する説明から明らかなので、簡単に説明する。

干渉キャンセラ 803 の各段において、他の通信者のチャネルからの干渉信号を復調・判定して、送信情報データレプリカを再生する。この再生データレプリカから各チャネルの干渉信号レプリカを計算し、受信信号から差し引いていくことによって、希望波信号に対する SIR を高めて希望波信号を復調する。

一方、チャネルランキング部 807 は、通信者を受信電力の強い順に並び替えるチャネルランキングを行う。これに基づいて、干渉キャンセラ 803 は、受信電力が強い順に、希望波信号を復調する。この操作を、多ステージに渡って実行することにより、後のステージほど SIR が向上する。また、干渉キャンセラ 803 の各ステージにおいて、干渉信号レプリカの精度が向上するに従って、各チャネルの変動推定精度も向上する。したがって、通信者数の多い場合の干渉キャンセル効果が向上する。

## 実施例 12

図 26 は、本発明による CDMA 復調装置に送信電力制御を適用した、さらに他の実施例を示すブロック図である。本実施例が図 25 に示す第 11 実施例と異なる点は、パイロットシンボル平均誤り率測定部 804 の代わりに、デインターリーブ部 808、ビタビ復号部 809 およびフレーム誤り率測定部 810 からなる受信品質測定部を設けた点である。

この構成によっても第 11 実施例と同様の作用効果を得ることができる。

## 請求の範囲

1. 情報レートより高速の拡散符号によって情報データを広帯域信号に拡散して送信し、多元接続伝送を行うCDMA (Code Division Multiple Access) 通信システムにおいて、パターン既知のパイロットシンボルを受信してチャネル変動を推定し、複数のチャネルを通して受信された各受信信号を、推定されたチャネル変動によって補償し、補償された前記受信信号を復調して、前記情報データを再生するCDMA復調装置において、

前記各チャネルの各パスの受信タイミングに同期した拡散符号を拡散符号レプリカとし、該拡散符号レプリカと前記各パスの受信信号との相関検出を行う相関検出器と、

前記相関検出器の該当パスの受信電力の総和を求めて、希望波受信信号レベルを検出する受信レベル検出器と、

該受信レベル検出器によって検出された各ユーザの受信信号レベルに応じて、前記ユーザの復調処理の順番を制御するチャネルランキング部と、

該チャネルランキング部から出力された制御信号に基づいて干渉キャンセルを行う複数ステージの干渉キャンセラであって、前記複数ステージの各ステージにおいて、前記パイロットシンボルを用いたチャネル変動の推定を各チャネル毎に行い、推定されたチャネル変動によって該チャネルの受信信号を補償し、補償された受信信号を再拡散して干渉信号レプリカを生成する干渉キャンセラと

を具備することを特徴とするCDMA復調装置。

2. 請求の範囲第1項に記載のCDMA復調装置において、前記複数ステージの第 $i$  ( $i$ は2以上の整数)ステージの干渉キャンセラは、第( $i-1$ )ステージの干渉キャンセラで推定した各ユーザの干渉信号レプリカ

を入力とし、該第  $i$  ステージの干渉キャンセラで推定した各ユーザの干渉信号レプリカを、第  $(i + 1)$  ステージの干渉キャンセラに供給することを特徴とする CDMA 復調装置。

3. 請求の範囲第 2 項に記載の CDMA 復調装置において、前記各ステージの各干渉キャンセラは、前記干渉信号レプリカを生成するサブ干渉キャンセラをユーザ毎に具備し、前記第  $i$  ステージの干渉キャンセラの第  $k$  ( $k = 1, 2, \dots, M$  のいずれか) 番目のユーザのサブ干渉キャンセラは、

第 1, 2, ... および  $(k - 1)$  番目のユーザの干渉信号レプリカとして、前記第  $i$  ステージの干渉キャンセラにおける干渉信号レプリカを前記受信信号から差し引き、第  $(k + 1), \dots, (M - 1)$  および  $M$  番目のユーザの干渉信号レプリカとして、第  $(i - 1)$  ステージの干渉キャンセラにおける干渉信号レプリカを前記受信信号から差し引く干渉減算器と、

該干渉減算器の出力信号中の前記パイロットシンボルのチャネル変動を各パス毎に推定し、推定したパイロットシンボルのチャネル変動を、前記干渉減算器の出力信号中の前記情報データの各シンボル位置に内挿補間し、各前記情報シンボルのチャネル変動を推定するチャネル変動推定部と、

前記チャネル変動推定部によって各パス毎に推定したチャネル変動を、前記受信信号に補償するチャネル変動補償部と、

該チャネル変動補償部から出力された各パス毎の受信信号を合成する RAKE 合成部と、

前記 RAKE 合成部の出力信号を判定するデータ判定部と、

該データ判定部から出力された判定データに、前記チャネル変動推定部の出力として得られたチャネル変動を与えるチャネル変動付加部と、

該チャネル変動付加部から出力された各パスの信号を、各パスの受信タ

イミングに同期した拡散符号で拡散する再拡散部と、

前記再拡散部の出力を加算して、前記第  $k$  番目のユーザの干渉信号レプリカを生成する加算器と

を具備することを特徴とする CDMA 復調装置。

4. 請求の範囲第 1 項に記載の CDMA 復調装置において、前記相関検出器は、複数のマッチトフィルタからなることを特徴とする CDMA 復調装置。

5. 請求の範囲第 1 項に記載の CDMA 復調装置において、前記相関検出器は、複数のスライディング・コリレータからなることを特徴とする CDMA 復調装置。

6. 請求の範囲第 3 項に記載の CDMA 復調装置において、前記パイロットシンボルは、前記情報データの間周期的に挿入されたことを特徴とする CDMA 復調装置。

7. 請求の範囲第 3 項に記載の CDMA 復調装置において、前記各ステージの干渉キャンセラは、1つの前記サブ干渉キャンセラと、前記各ステージの各ユーザの干渉信号レプリカを格納するメモリとから構成され、前記サブ干渉キャンセラを時分割で使用することを特徴とする CDMA 復調装置。

8. 請求の範囲第 6 項に記載の CDMA 復調装置において、前記干渉キャンセラは、少なくとも隣接する 2つのパイロット信号区間を含む一定時間

単位のブロックを処理単位とし、前記サブ干渉キャンセラは、さらに、前記パイロット信号区間の外側の情報シンボルについては、該情報シンボルに最も近い位置の前記パイロットシンボルを外挿して、前記情報シンボルのチャンネル変動を求める外挿部を具備することを特徴とするCDMA復調装置。

9. 請求の範囲第3項に記載のCDMA復調装置において、第 $i$  ( $i$ は2以上の整数) ステージの干渉キャンセラの第 $k$ 番目のユーザのサブ干渉キャンセラの第 $j$  ( $j$ は1から、前記RAKE合成のパス数 $L_k$ までの整数) 番目のパスの相関検出器の入力側に、第 $(i-1)$  ステージにおける第 $k$ 番目の通信者の第 $j$ 番目のパス以外の干渉信号レプリカを、前記干渉減算器の出力信号から差し引く減算器を設けたことを特徴とするCDMA復調装置。

10. 請求の範囲第3項に記載のCDMA復調装置において、前記サブ干渉キャンセラは、さらに、

前記相関検出器から出力された逆拡散後の各パスの受信信号の電力を求める受信信号電力検出器と、

前記各パスの受信信号電力を加算する加算器と、

前記加算器の出力から同相成分および直交成分の振幅を検出する振幅変換器と、

前記振幅変換器の出力信号を平均化する平均化部と、

前記平均化部の出力を前記判定データに乗算する乗算器とを具備することを特徴とするCDMA復調装置。

11. 請求の範囲第1項に記載のCDMA復調装置において、第1ステージの前記干渉キャンセラは、

前記受信信号レベルの大きい方から $K$  ( $K$ は2以上で拡散率 $P_G$ 以下の整数)のユーザの各パスの信号を入力ベクトルとして、互いに干渉除去された逆拡散出力ベクトルを得る逆相関フィルタと、

前記逆相関フィルタから出力された $K$ のユーザの送信データを推定し、各ユーザの干渉信号レプリカを生成する絶対同期検波・干渉生成部とを具備し、

前記干渉キャンセラは、前記 $K$ のユーザの干渉信号レプリカとしては、前記絶対同期検波・干渉生成部から出力された干渉信号レプリカを用い、残りの( $M-K$ )のユーザの各干渉信号レプリカを生成することを特徴とするCDMA復調装置。

12. 請求の範囲第11項に記載のCDMA復調装置において、前記複数ステージの第 $i$  ( $i$ は2以上の整数)ステージの干渉キャンセラは、第( $i-1$ )ステージの干渉キャンセラで推定した各ユーザの干渉信号レプリカを入力とし、該第 $i$ ステージの干渉キャンセラで推定した各ユーザの干渉信号レプリカを、第( $i+1$ )ステージの干渉キャンセラに供給することを特徴とするCDMA復調装置。

13. 請求の範囲第12項に記載のCDMA復調装置において、前記第1ステージの干渉キャンセラは、第( $K+1$ )番目以降のユーザ毎に、前記干渉信号レプリカを生成するサブ干渉キャンセラを具備し、第 $k$  ( $k=(K+1), (K+2), \dots, M$ のいずれか)番目のユーザのサブ干渉キャンセラは、

第 1, 2, ... $K$  番目のユーザの干渉信号レプリカとして、前記逆相関フィルタから出力された干渉信号レプリカを前記受信信号から差し引き、かつ第  $(K+1)$ , ...,  $(k-1)$  番目のユーザの干渉信号レプリカとして、前記第 1 ステージの干渉キャンセラにおける干渉信号レプリカを前記受信信号から差し引く干渉減算器と、

該干渉減算器の出力信号中の前記パイロットシンボルのチャネル変動を各バス毎に推定し、推定したパイロットシンボルのチャネル変動を、前記干渉減算器の出力信号中の前記情報データの各シンボル位置に内挿補間し、各前記情報シンボルのチャネル変動を推定するチャネル変動推定部と、

前記チャネル変動推定部によって各バス毎に推定したチャネル変動を、前記受信信号に補償するチャネル変動補償部と、

該チャネル変動補償部から出力された各バス毎の受信信号を合成する RAKE 合成部と、

前記 RAKE 合成部の出力信号を判定するデータ判定部と、

該データ判定部から出力された判定データに、前記チャネル変動推定部の出力として得られたチャネル変動を与えるチャネル変動付加部と、

該チャネル変動付加部から出力された各バスの信号を、各バスの受信タイミングに同期した拡散符号で拡散する再拡散部と、

前記再拡散部の出力を加算して、前記第  $k$  番目のユーザの干渉信号レプリカを生成する加算器とを具備し、

第 2 ステージ以降の各前記干渉キャンセラは、前記干渉信号レプリカを生成するサブ干渉キャンセラをユーザ毎に具備し、前記第  $i$  ステージの干渉キャンセラの第  $k$  ( $k=1, 2, \dots, M$  のいずれか) 番目のユーザのサブ干渉キャンセラは、

第 1, 2, ...および  $(k-1)$  番目のユーザの干渉信号レプリカとし

て、前記第  $i$  ステージの干渉キャンセラにおける干渉信号レプリカを前記受信信号から差し引き、第  $(k+1)$ , ...,  $(M-1)$ ,  $M$  番目のユーザの干渉信号レプリカとして、第  $(i-1)$  ステージの干渉キャンセラにおける干渉信号レプリカを前記受信信号から差し引く干渉減算器と、

該干渉減算器の出力信号中の前記パイロットシンボルのチャネル変動を各バス毎に推定し、推定したパイロットシンボルのチャネル変動を、前記干渉減算器の出力信号中の前記情報データの各シンボル位置に内挿補間し、各前記情報シンボルのチャネル変動を推定するチャネル変動推定部と、

前記チャネル変動推定部によって各バス毎に推定したチャネル変動を、前記受信信号に補償するチャネル変動補償部と、

該チャネル変動補償部から出力された各バス毎の受信信号を合成する RAKE 合成部と、

前記 RAKE 合成部の出力信号を判定するデータ判定部と、

該データ判定部から出力された判定データに、前記チャネル変動推定部の出力として得られたチャネル変動を与えるチャネル変動付加部と、

該チャネル変動付加部から出力された各バスの信号を、各バスの受信タイミングに同期した拡散符号で拡散する再拡散部と、

前記再拡散部の出力を加算して、前記第  $k$  番目のユーザの干渉信号レプリカを生成する加算器と

を具備することを特徴とする CDMA 復調装置。

14. 請求の範囲第 11 項に記載の CDMA 復調装置において、前記相関検出器は、複数のマッチトフィルタからなることを特徴とする CDMA 復調装置。



15. 請求の範囲第11項に記載のCDMA復調装置において、前記相関検出器は、複数のスライディング・コリレータからなることを特徴とするCDMA復調装置。

16. 請求の範囲第13項に記載のCDMA復調装置において、前記パイロットシンボルは、前記情報データの間に周期的に挿入されたことを特徴とするCDMA復調装置。

17. 請求の範囲第13項に記載のCDMA復調装置において、前記各ステージの干渉キャンセラは、1つの前記サブ干渉キャンセラと、前記各ステージの各ユーザの干渉信号レプリカを格納するメモリとから構成され、前記サブ干渉キャンセラを時分割で使用することを特徴とするCDMA復調装置。

18. 請求の範囲第11項に記載のCDMA復調装置において、前記絶対同期検波・干渉生成部は、

前記逆相関フィルタの出力信号中の前記パイロットシンボルのチャネル変動を各ユーザの各パス毎に推定し、推定したパイロットシンボルのチャネル変動を、前記逆相関フィルタの出力信号中の前記情報データの各シンボル位置に内挿補間し、各前記情報シンボルのチャネル変動を推定するチャネル変動推定部と、

前記チャネル変動推定部によって各パス毎に推定したチャネル変動を、前記受信信号に補償するチャネル変動補償部と、

該チャネル変動補償部から出力された各パス毎の受信信号を合成するRAKE合成部と、

前記 R A K E 合成部の出力信号を判定するデータ判定部と、  
該データ判定部から出力された判定データに、前記チャネル変動推定部の出力として得られたチャネル変動を与えるチャネル変動付加部と、  
該チャネル変動付加部から出力された各パスの信号を、各パスの受信タイミングに同期した拡散符号で拡散する再拡散部と、  
前記再拡散部の出力を加算して、前記第  $k$  番目のユーザの干渉信号レプリカを生成する加算器と  
を具備することを特徴とする CDMA 復調装置。

19. 請求の範囲第 1 項に記載の CDMA 復調装置は、さらに、  
前記相関検出器の出力の S I R を測定する S I R 測定部と、  
前記干渉キャンセラの出力信号の受信品質を測定する受信品質測定部と、  
測定された前記受信品質、および所要受信品質に基づいて、目標 S I R を設定する目標 S I R 設定部と、  
前記 S I R 測定部から出力された S I R を、前記目標 S I R と比較して、送信電力制御信号を生成する送信電力制御信号生成部と  
を具備することを特徴とする CDMA 復調装置。

20. 請求の範囲第 19 項に記載の CDMA 復調装置において、前記目標 S I R 設定部は、同時通信者数に応じて、前記目標 S I R の初期値を設定することを特徴とする CDMA 復調装置。

21. 請求の範囲第 19 項に記載の CDMA 復調装置において、前記受信品質測定部は、フレーム誤り率を測定する誤り率測定部と、該フレーム誤り率を予め定めたフレーム誤り率のしきい値と比較して、前記受信品質

を判定する手段とを具備することを特徴とするCDMA復調装置。

22. 請求の範囲第19項に記載のCDMA復調装置において、前記受信品質測定部は、前記パイロットシンボルのビット誤り率を測定する誤り率測定部と、該ビット誤り率を予め定めたビット誤り率のしきい値と比較して、前記受信品質を判定する手段とを具備することを特徴とするCDMA復調装置。

23. 請求の範囲第19項に記載のCDMA復調装置において、前記相関検出器は、マッチトフィルタであることを特徴とするCDMA復調装置。

24. 請求の範囲第23項に記載のCDMA復調装置において、前記干渉キャンセラは、前記マッチトフィルタからの出力信号から、各チャネル毎に、各バスの逆拡散信号からなる受信ベクトルを生成する受信ベクトル生成部と、自チャネルの拡散符号、および受信機入力の他の全ての拡散符号の相互相関を計算し、相互相関から構成される行列の逆行列を生成する相互相関逆行列生成部と、前記逆行列によって、前記受信ベクトルを補償して、各受信ベクトル間の相互相関を除去し干渉を除去する行列ベクトル乗算部とを具備することを特徴とするCDMA復調装置。

25. 情報レートより高速の拡散符号によって情報データを広帯域信号に拡散して送信し、多元接続伝送を行うCDMA (Code Division Multiple Access) 通信システムにおいて、パターン既知のパイロットシンボルを受信してチャネル変動を推定し、複数のチャネルを通して受信された各受信信号を、推定されたチャネル変動によって補償し、補償された前記受信信

号を復調して、前記情報データを再生するCDMA復調装置において、

前記各チャネルの各パスの受信タイミングに同期した拡散符号を拡散符号レプリカとし、該拡散符号レプリカと前記各パスの受信信号との相関検出を行う相関検出器と、

前記相関検出器の該当パスの受信電力の総和を求めて、希望波受信信号レベルを検出する受信レベル検出器と、

該受信レベル検出器によって検出された各ユーザの受信信号レベルに応じて、前記ユーザの復調処理の順番を制御するチャネルランキング部と、

前記チャネルランキング部から出力された制御信号によって決められた順番にしたがって、各ユーザに対して、前記受信信号を逆拡散し、逆拡散された信号を再拡散し、再拡散によって得られた他ユーザの干渉信号レプリカを当該ユーザの受信信号から差し引く複数ステージの干渉キャンセラと、

前記複数ステージの内の最終ステージの干渉キャンセラにおいて、他ユーザの干渉量を差し引いた後の信号中の前記パイロットシンボルを用いてチャネル変動を推定し、推定されたチャネル変動を用いて前記情報データを補償し、補償された情報データの絶対同期検波を行うパイロット内挿補間・絶対同期検波部と

を具備することを特徴とするCDMA復調装置。

26. 請求の範囲第25項に記載のCDMA復調装置において、前記複数ステージの第 $i$  ( $i$ は2以上の整数)ステージの干渉キャンセラは、第 $(i-1)$ ステージの干渉キャンセラで推定した各ユーザの干渉信号レプリカを入力とし、該第 $i$ ステージの干渉キャンセラで推定した各ユーザの干渉信号レプリカを、第 $(i+1)$ ステージの干渉キャンセラに供給する

ことを特徴とするCDMA復調装置。

27. 請求の範囲第26項に記載のCDMA復調装置において、前記各ステージの各干渉キャンセラは、前記干渉信号レプリカを生成するサブ干渉キャンセラをユーザ毎に具備し、前記第 $i$ ステージの干渉キャンセラの第 $k$  ( $k=1, 2, \dots, M$ のいずれか) 番目のユーザのサブ干渉キャンセラは、

第 $1, 2, \dots$ および $(k-1)$ 番目のユーザの干渉信号レプリカとして、前記第 $i$ ステージの干渉キャンセラにおける干渉信号レプリカを前記受信信号から差し引き、第 $(k+1), \dots, (M-1)$ および $M$ 番目のユーザの干渉信号レプリカとして、第 $(i-1)$ ステージの干渉キャンセラにおける干渉信号レプリカを前記受信信号から差し引く干渉減算器と、

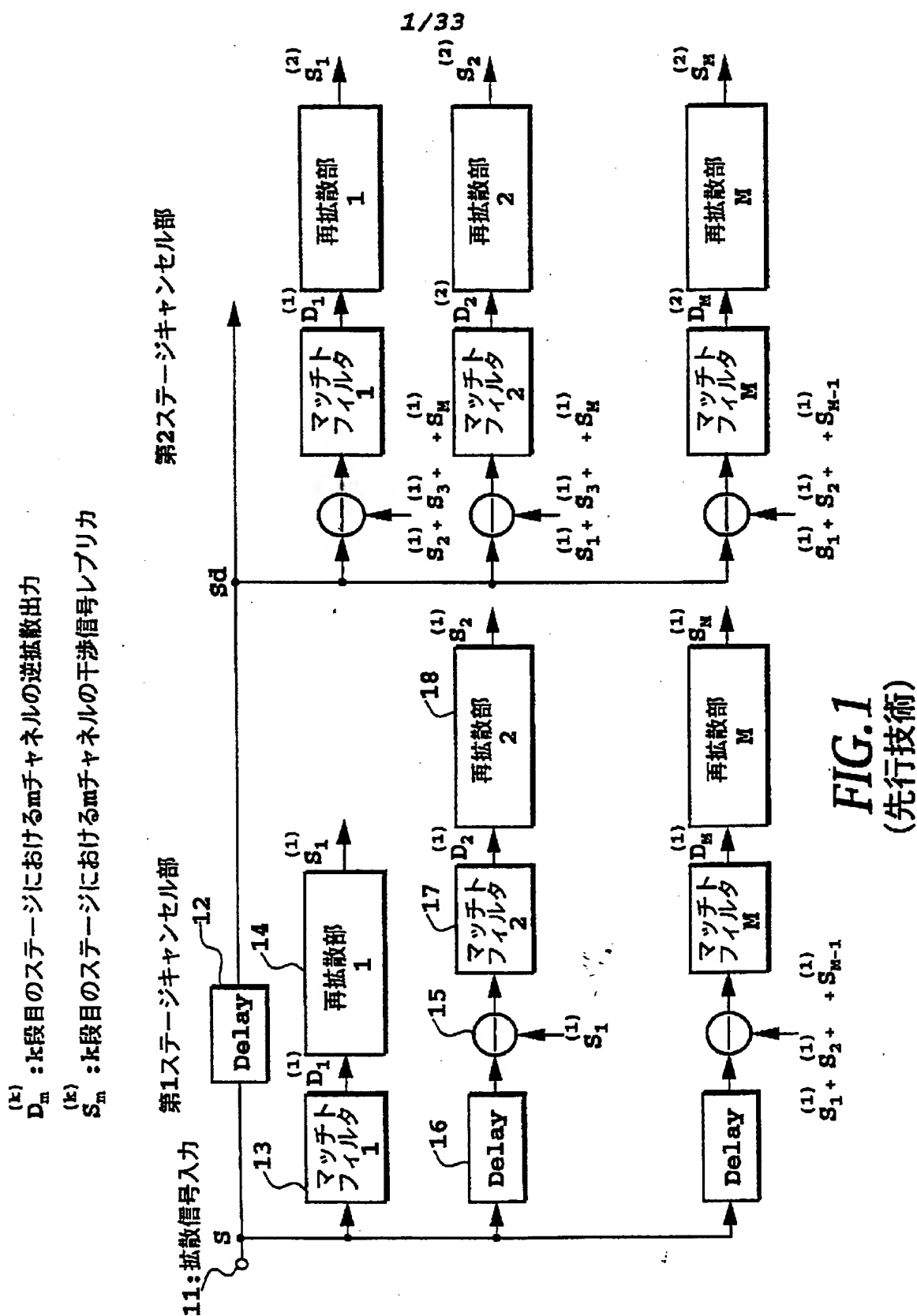
前記干渉減算器の出力信号と、前記各パスの受信タイミングに同期した拡散符号レプリカとの間の相関検出を行い、前記各パス毎の逆拡散信号を求めるマッチトフィルタと、

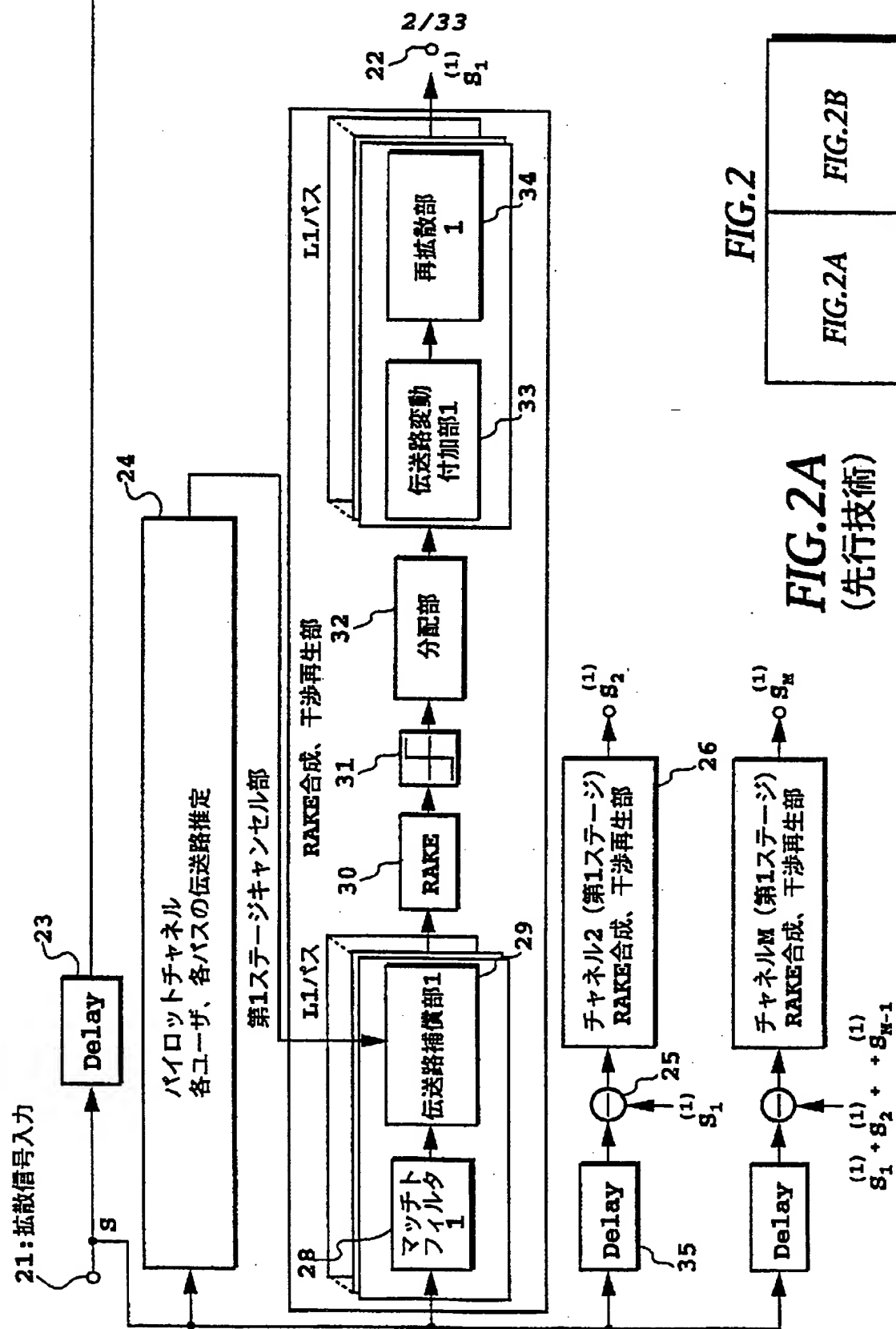
前記各パス毎の逆拡散信号を、前記各パスの受信タイミングに同期した拡散符号で拡散し、前記各ユーザのパスの干渉信号レプリカを推定し、推定された前記干渉信号レプリカを加算して各ユーザの干渉信号レプリカを生成する再拡散・合成部と

を具備することを特徴とするCDMA復調装置。

28. 請求の範囲第25項に記載のCDMA復調装置において、前記パイロットシンボルは、前記情報データの間に周期的に挿入されたことを特徴とするCDMA復調装置。

29. 請求の範囲第25項に記載のCDMA復調装置において、前記各ステージの干渉キャンセラは、1つの前記サブ干渉キャンセラと、前記各ステージの各ユーザの干渉信号レプリカを格納するメモリとから構成され、前記サブ干渉キャンセラを時分割で使用することを特徴とするCDMA復調装置。







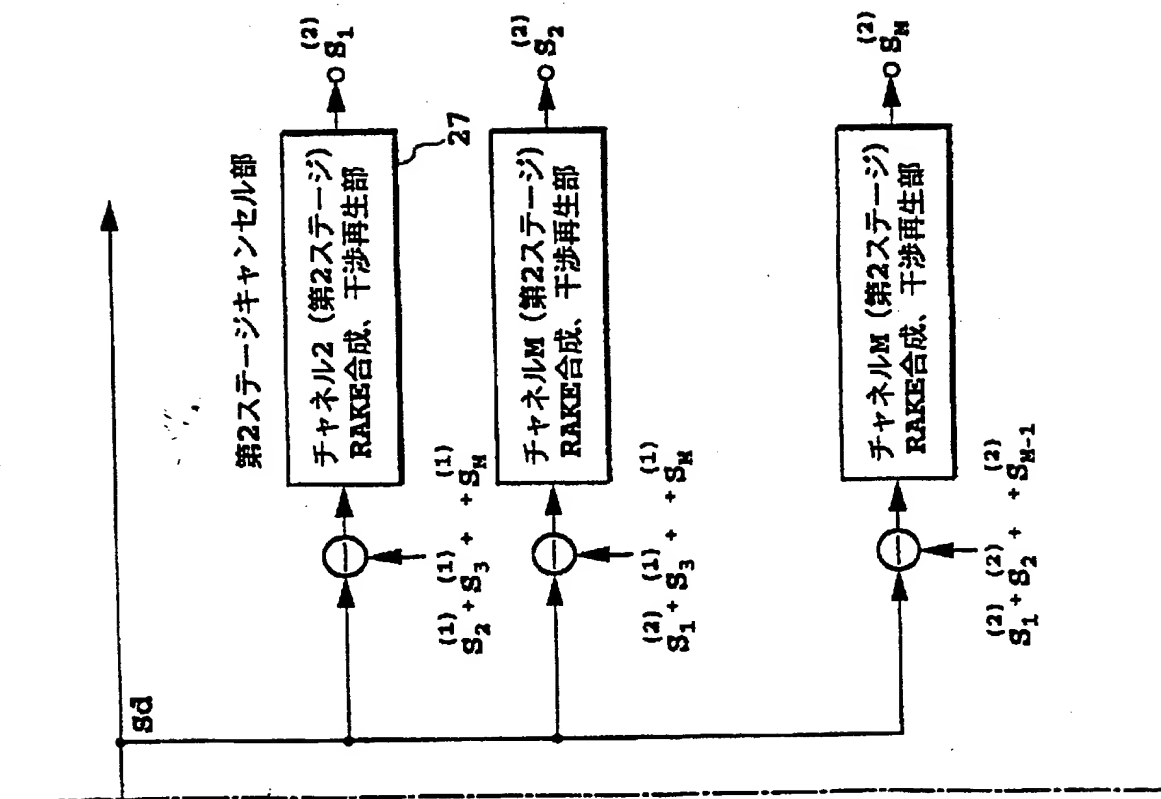


FIG. 2B  
(先行技術)

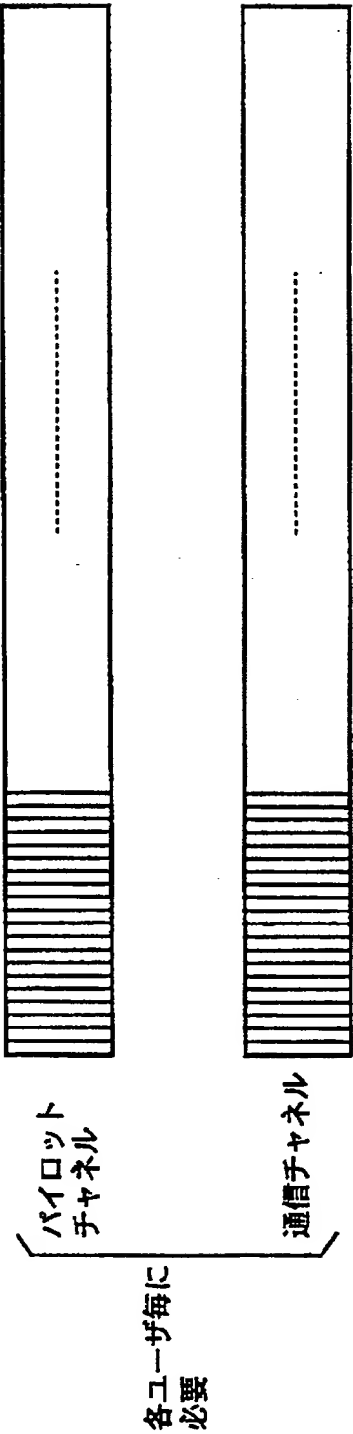


FIG.3

5/33

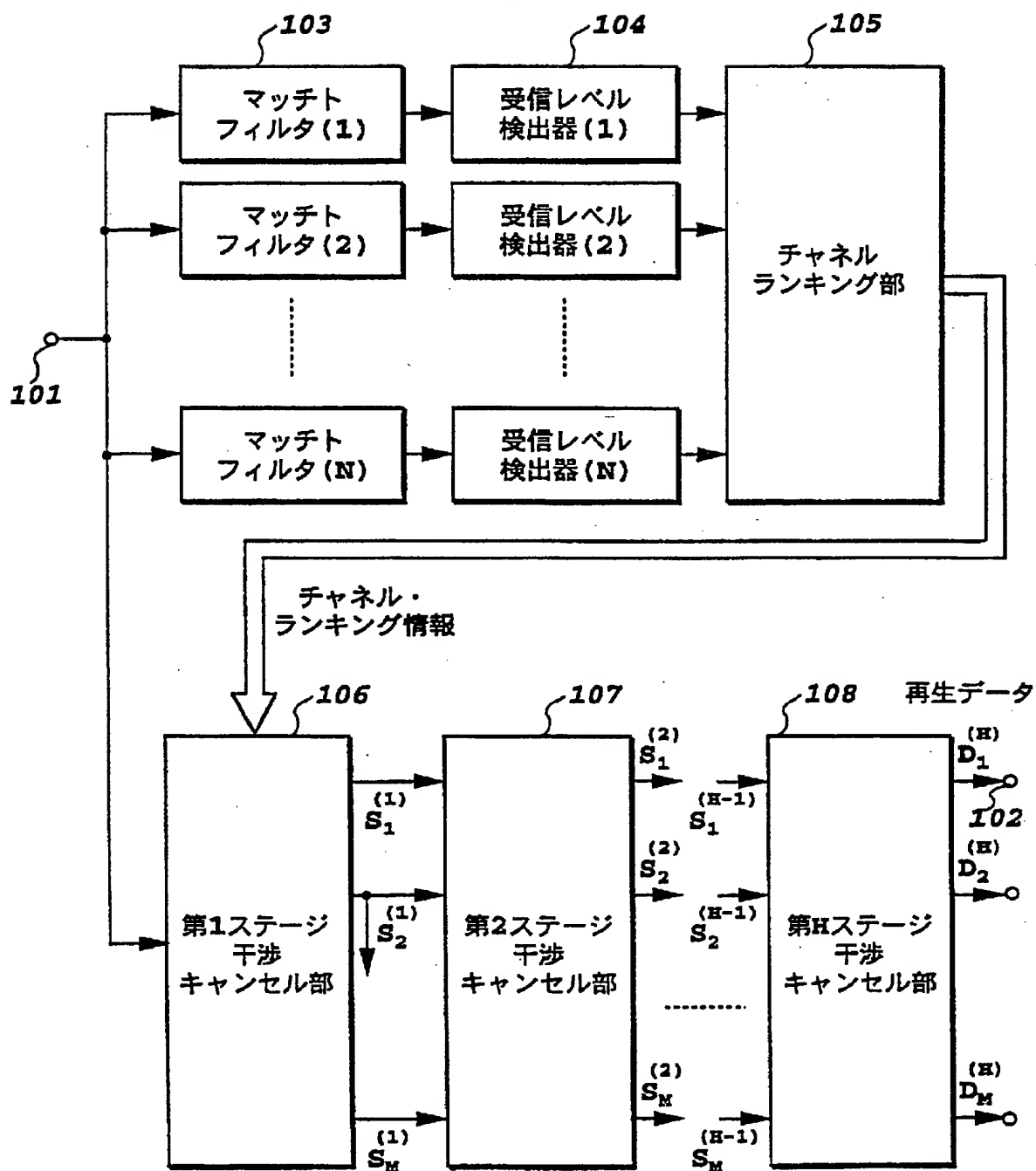
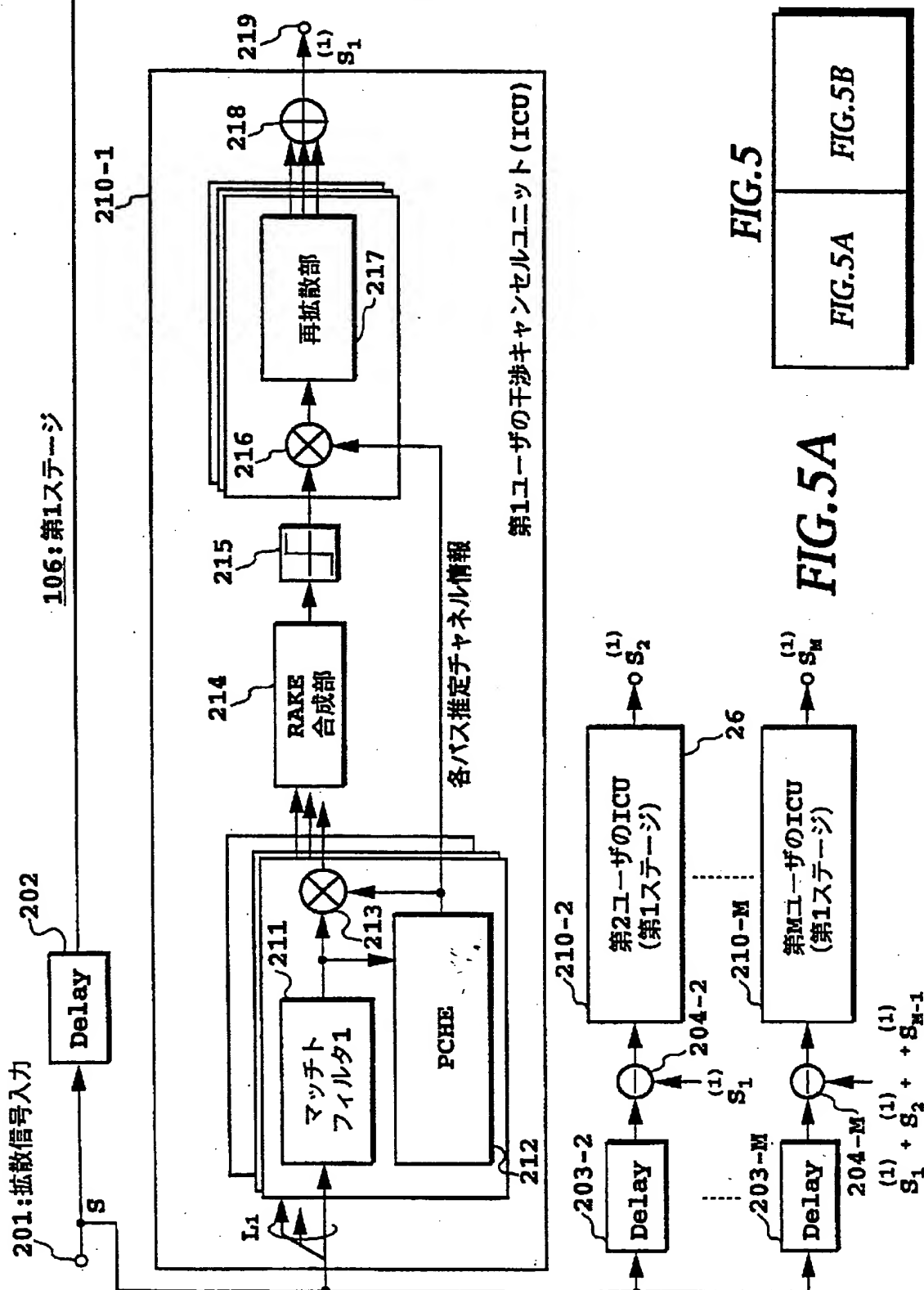


FIG. 4

6/33



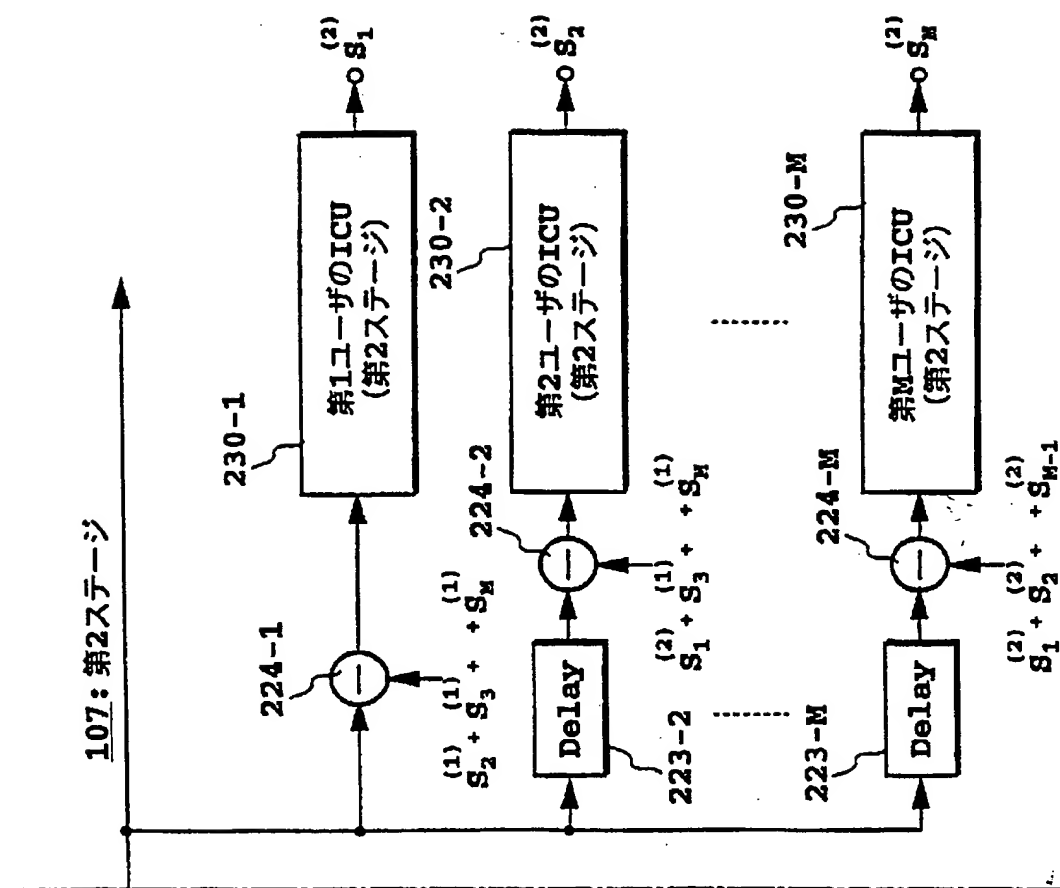


FIG. 5B

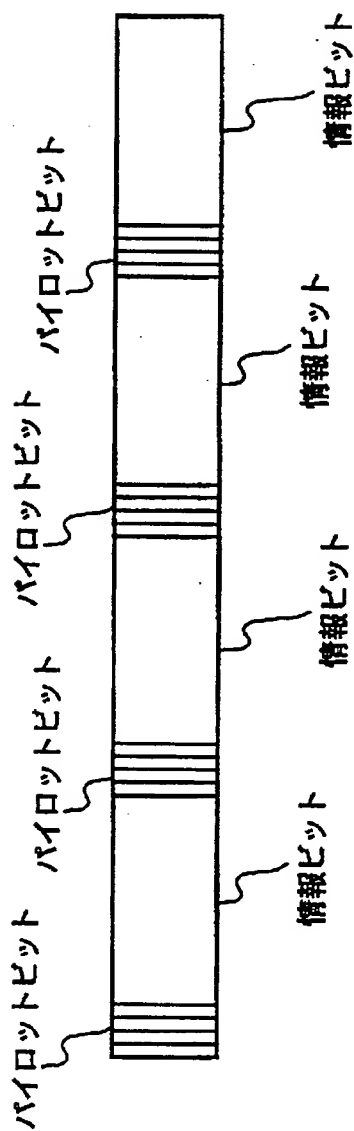


FIG.6

9/33

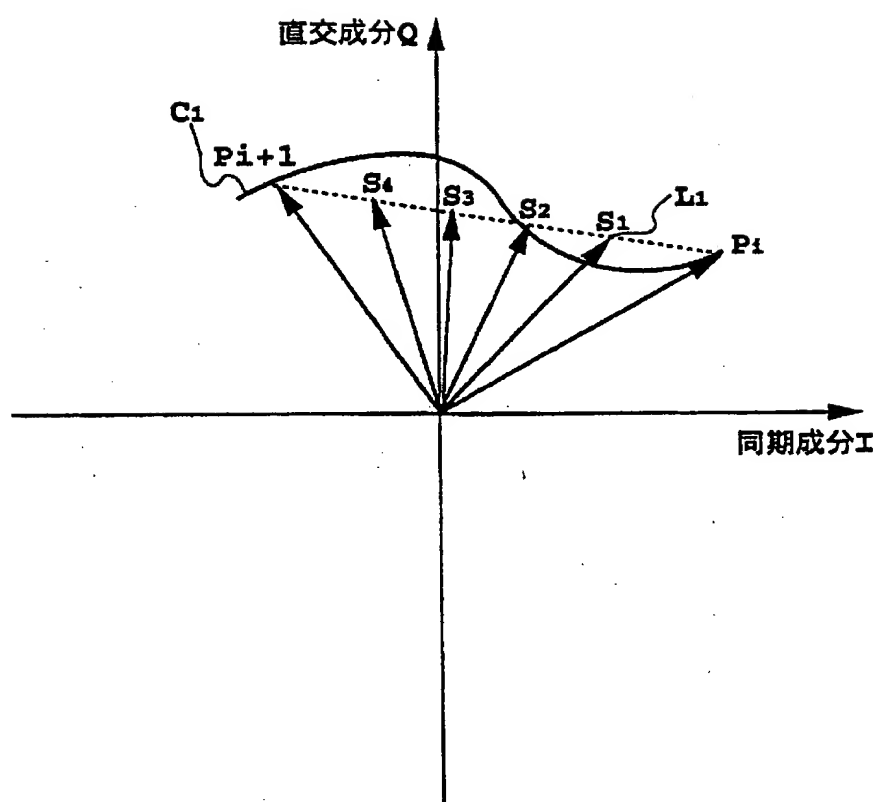


FIG. 7

10/33

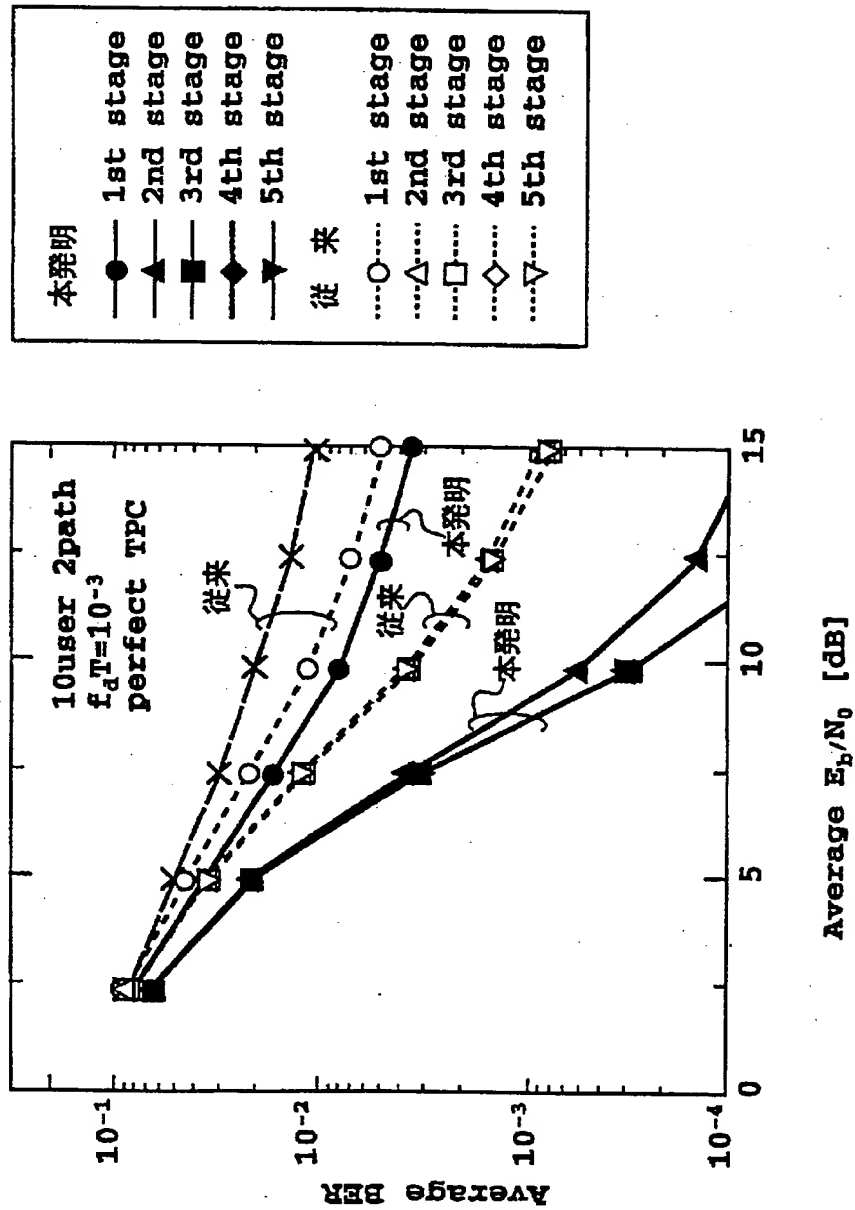


FIG.8



11/33

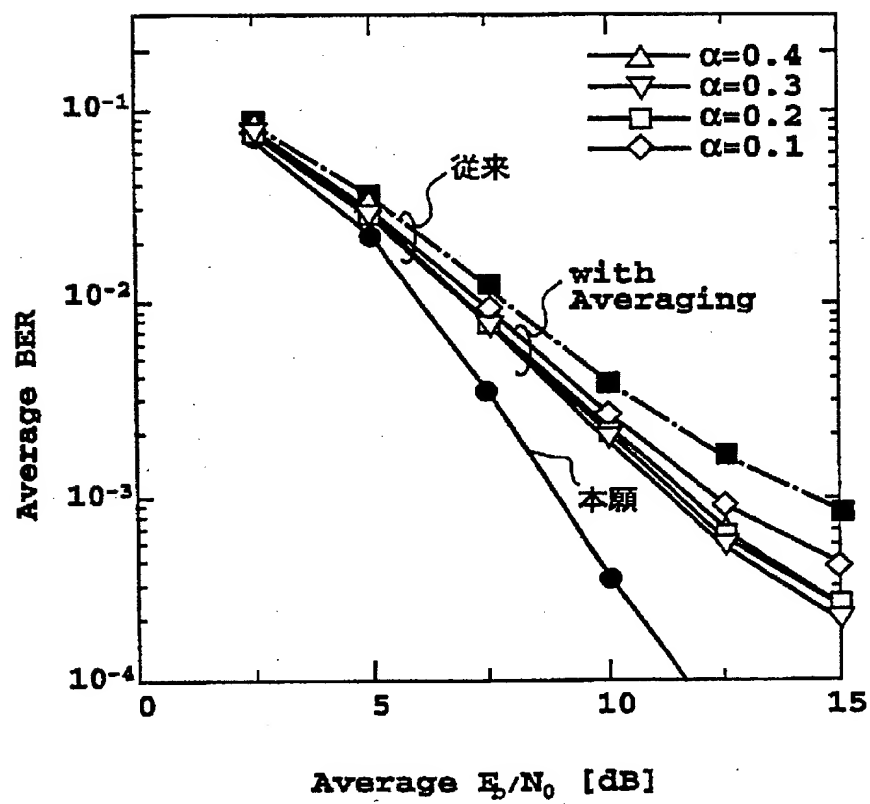


FIG. 9

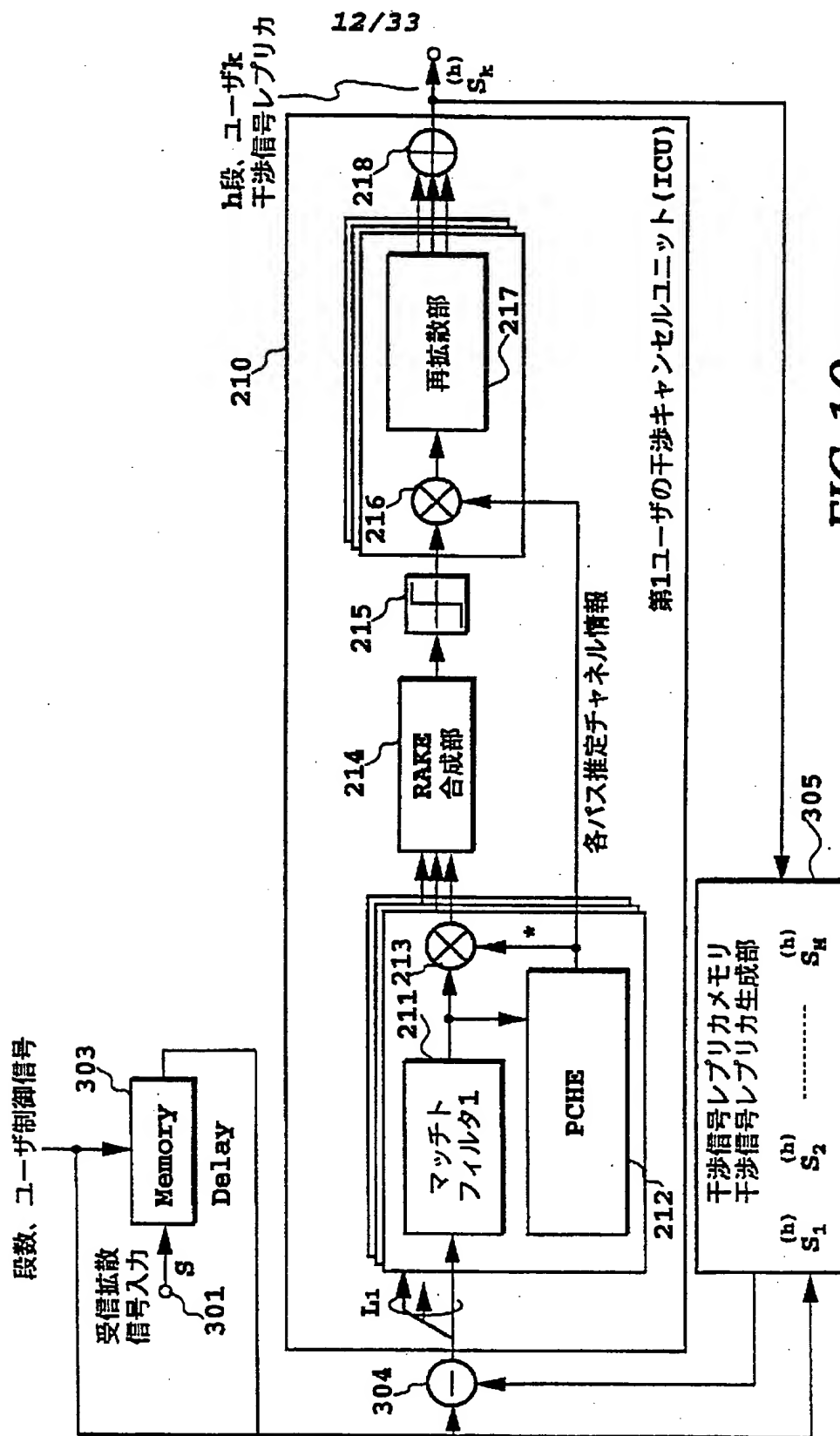


FIG. 10

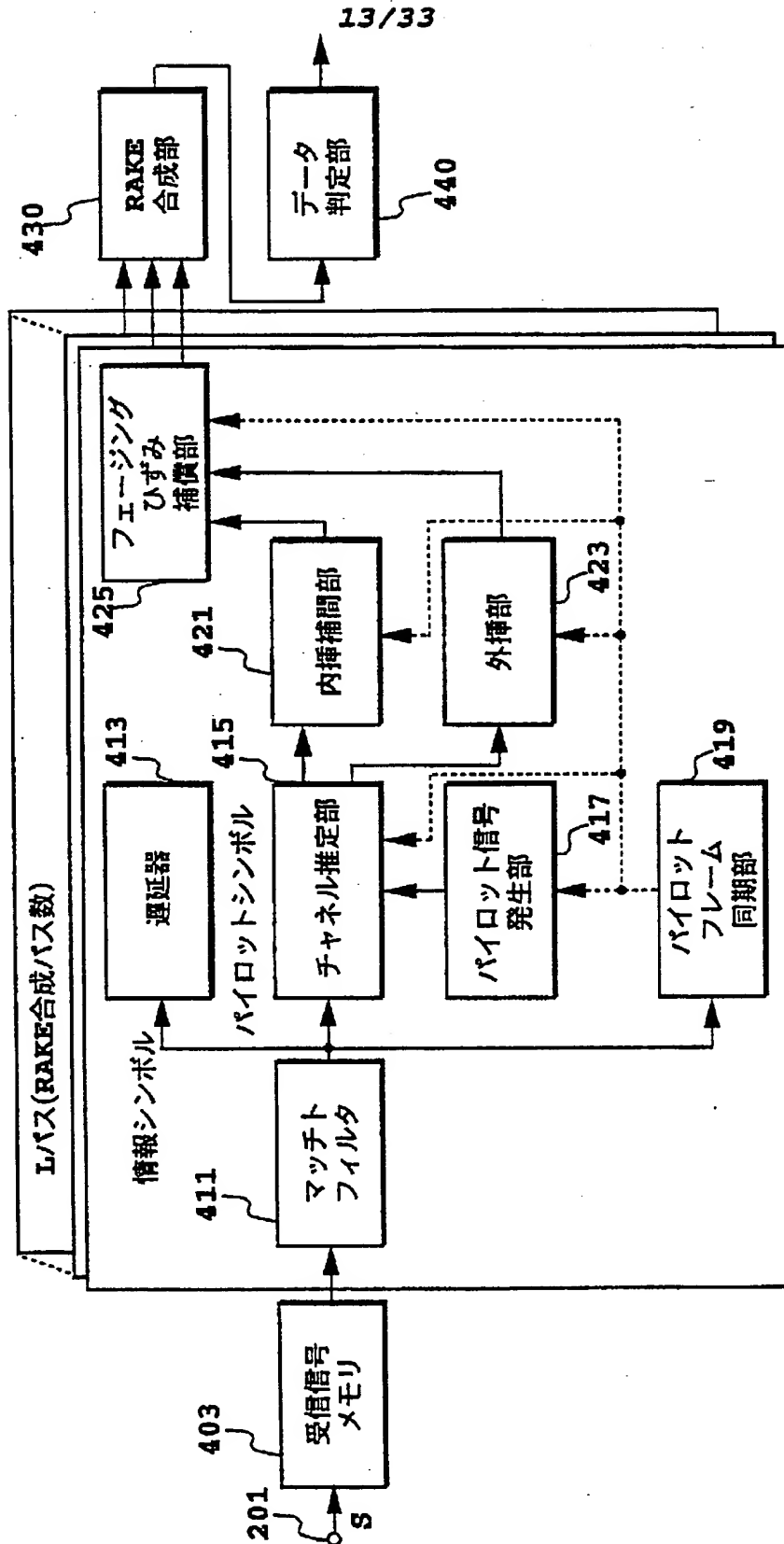


FIG.11

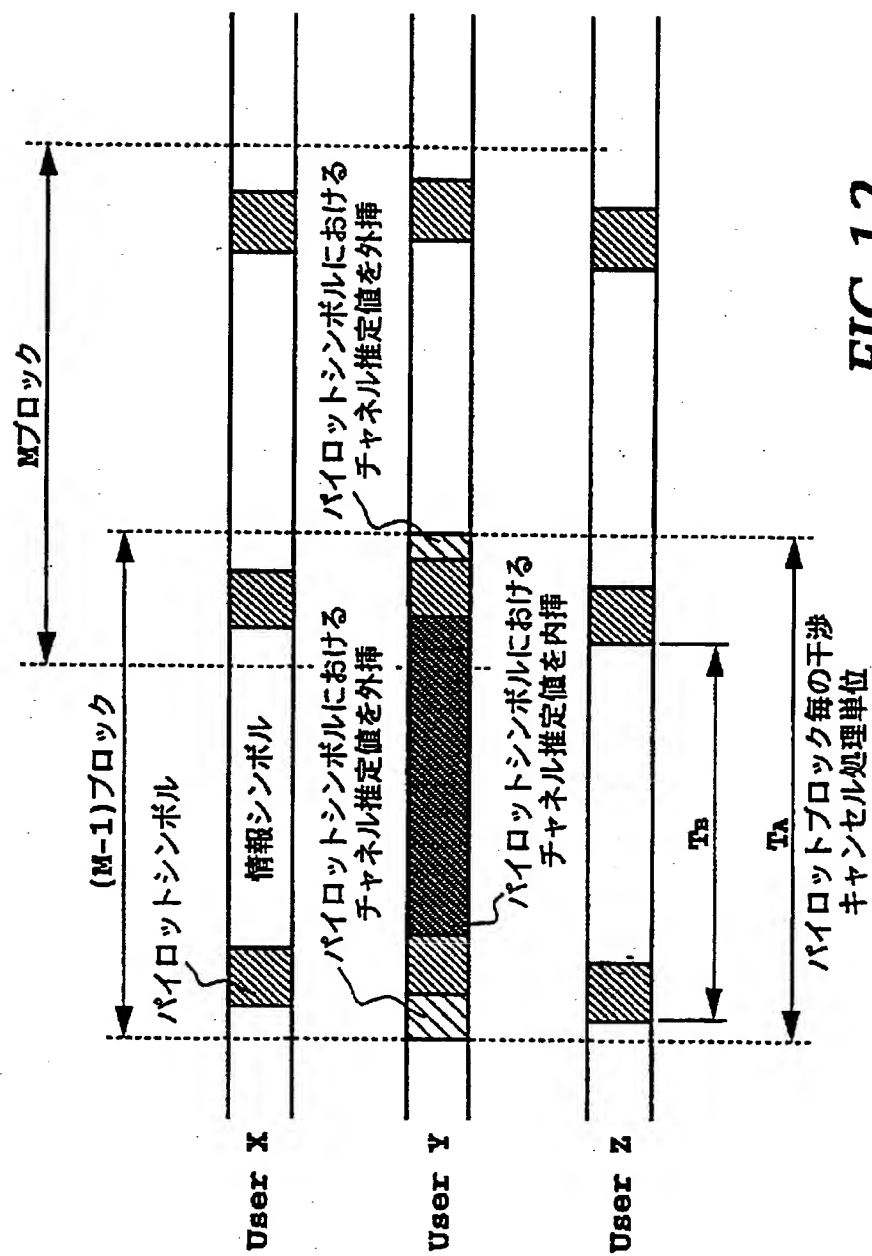


FIG.12

15/33

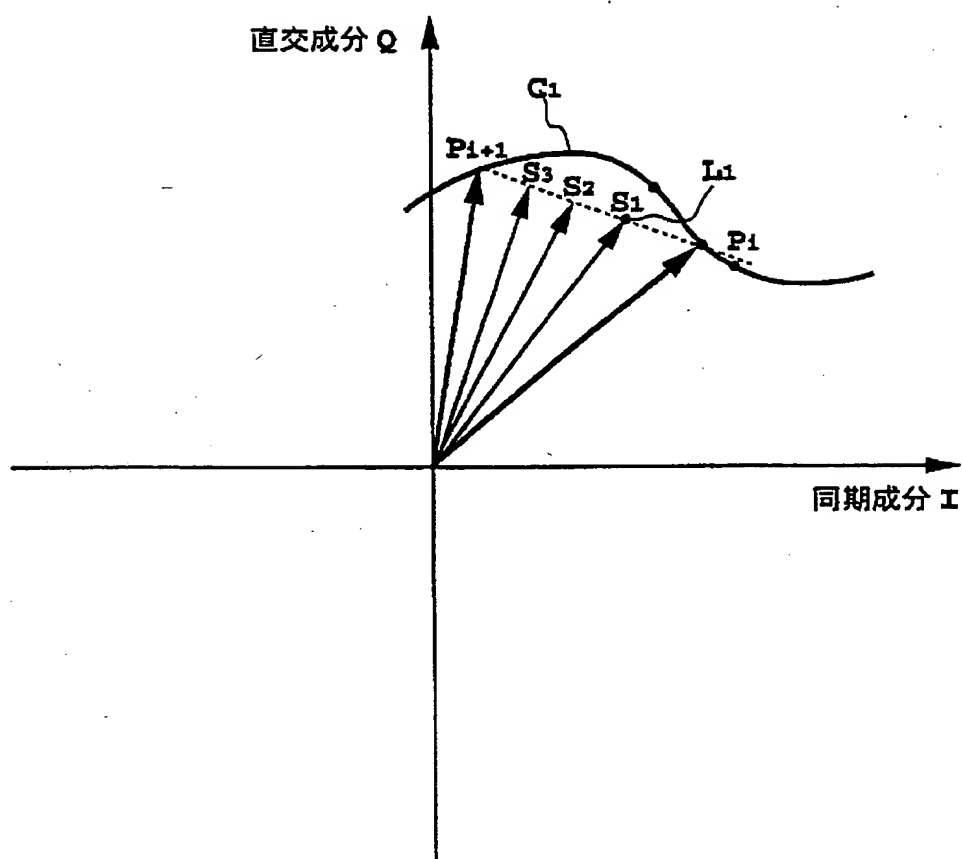


FIG.13

16/33

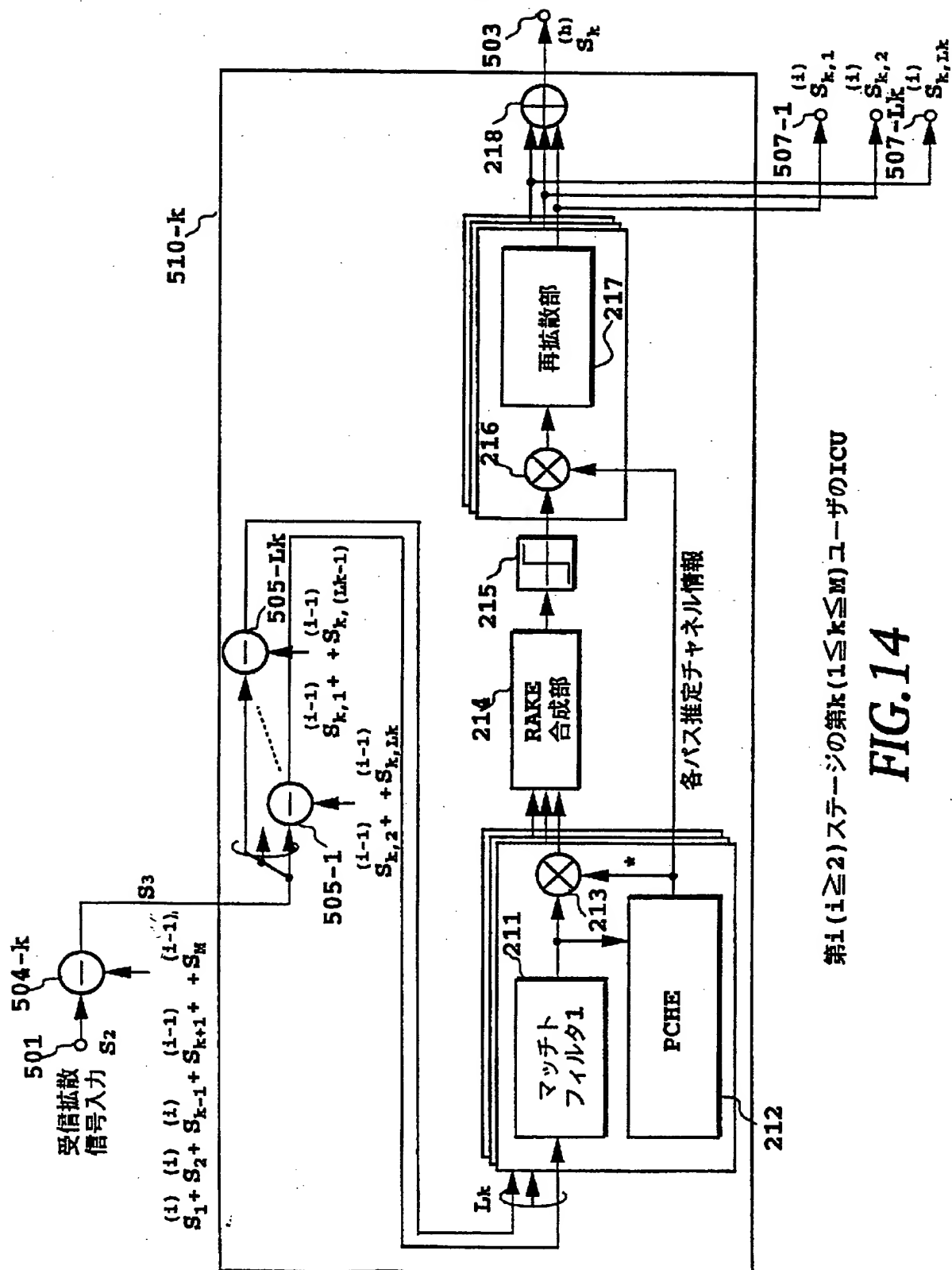
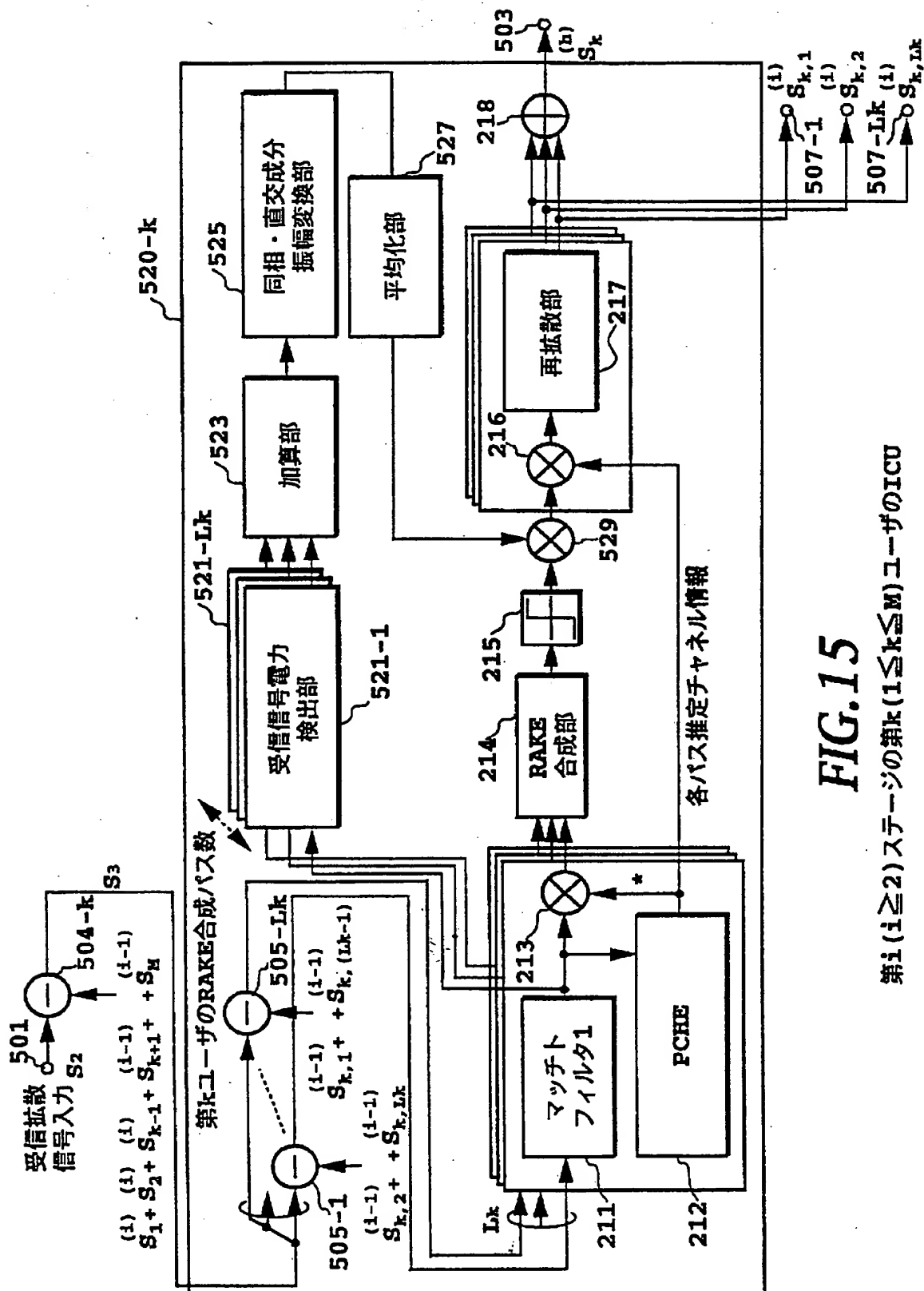
第1 ( $i \geq 2$ ) ステージの第  $k$  ( $1 \leq k \leq M$ ) ユーザの ICU

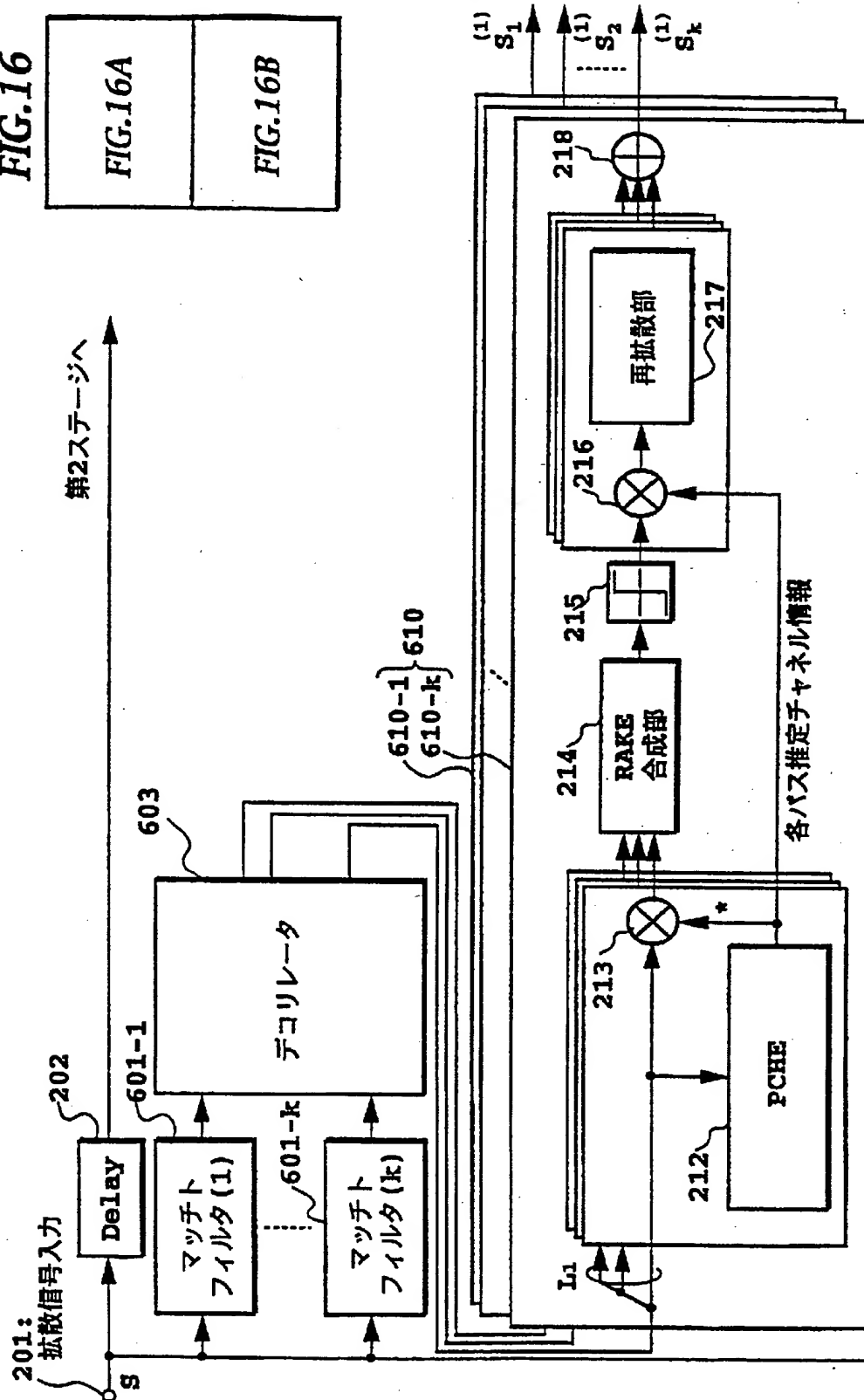
FIG. 14



**FIG. 15**

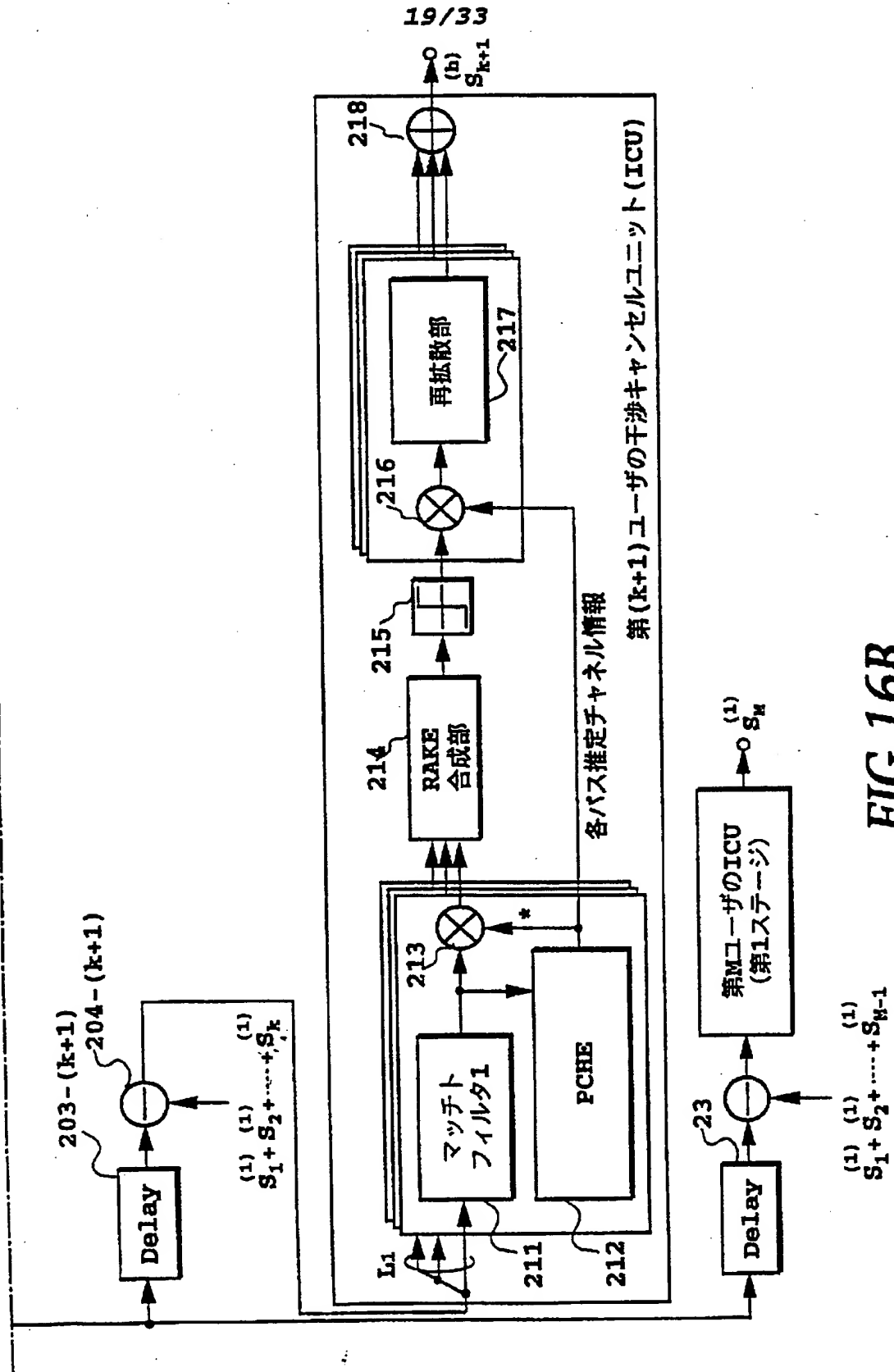
第 $i$  ( $i \geq 2$ ) ステージの第 $k$  ( $1 \leq k \leq M$ ) ユーザのICU

**FIG. 16**



**FIG. 16A**





20/33

FIG.17

FIG.17A

FIG.17B

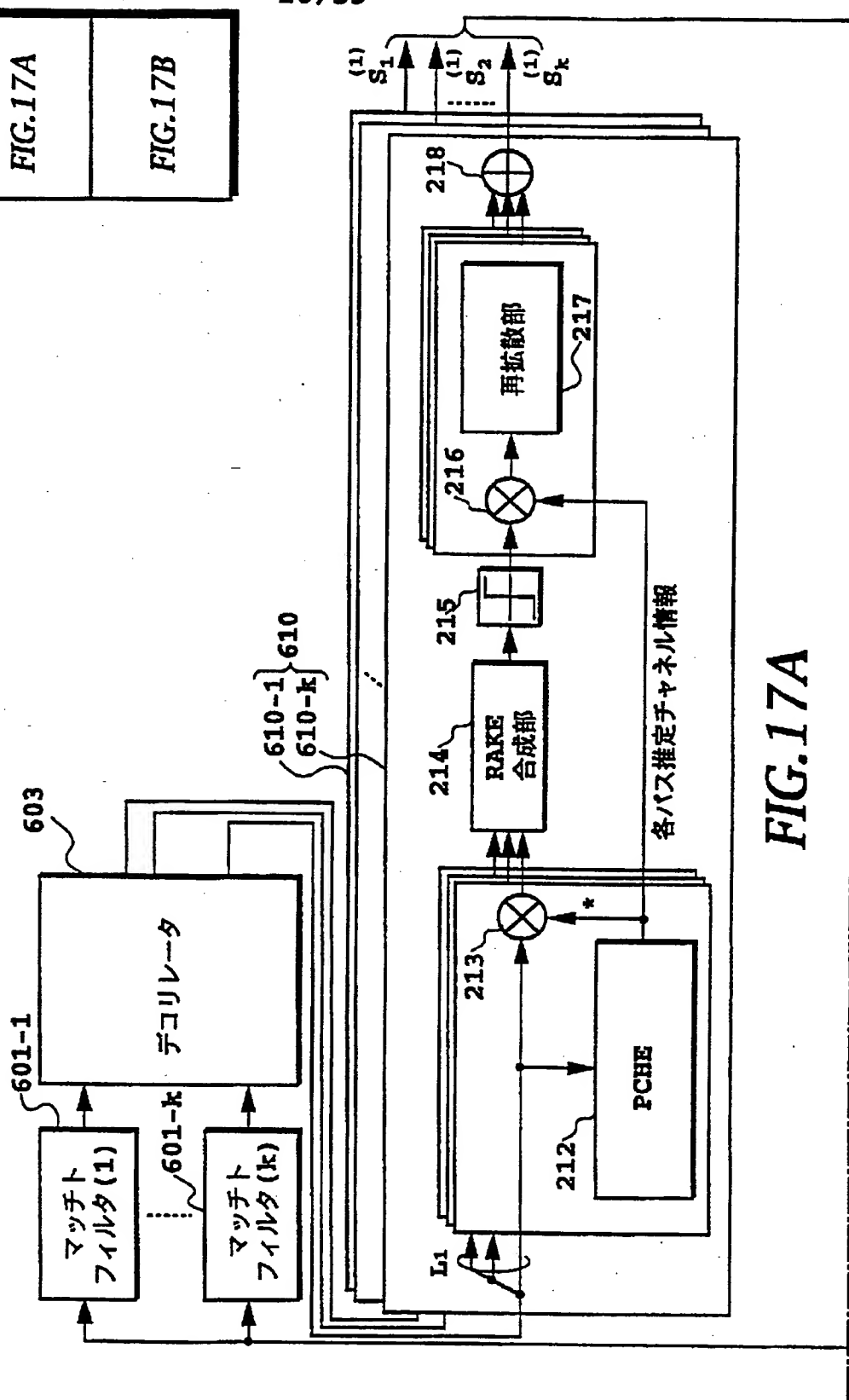
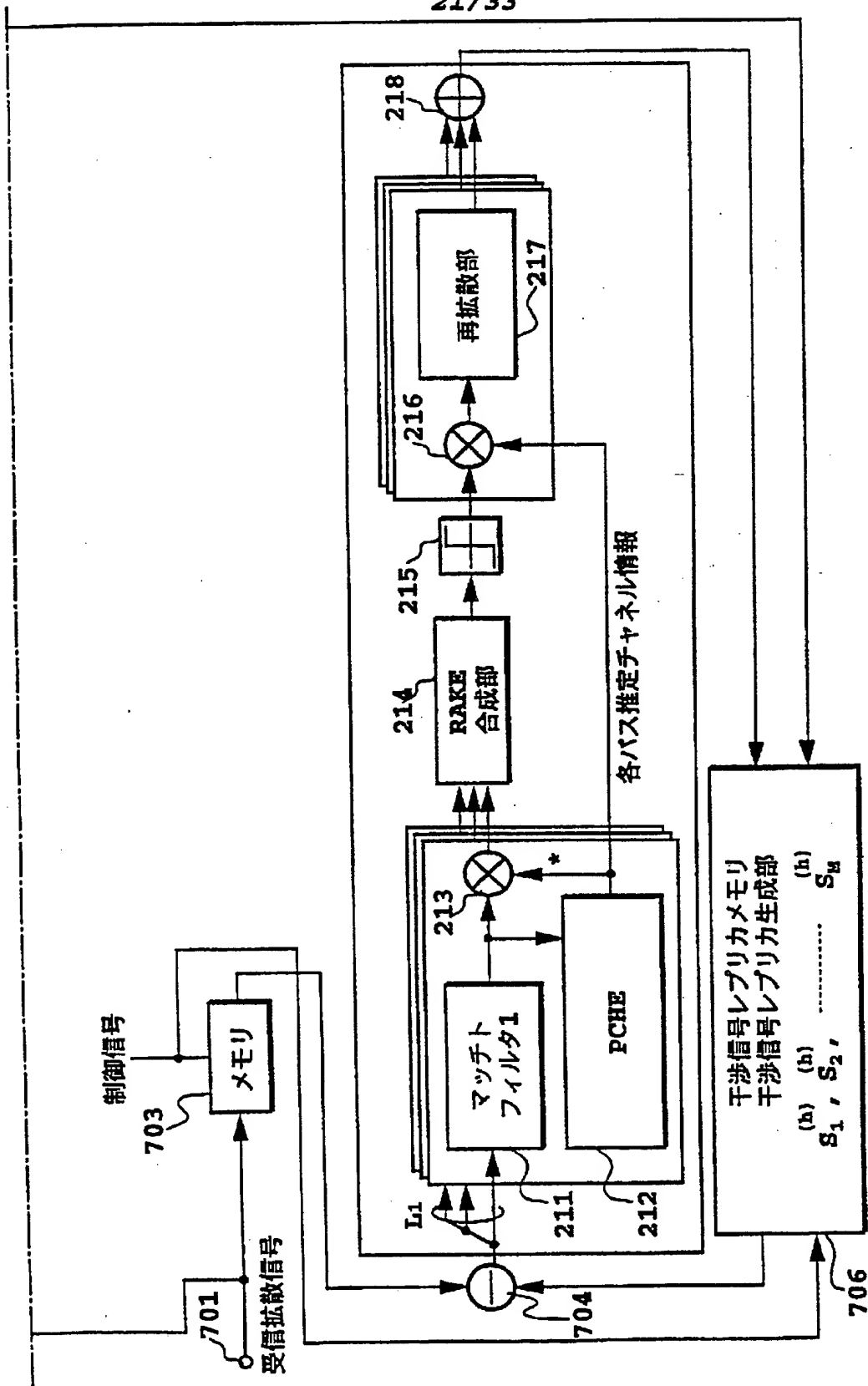


FIG.17A



**FIG. 17B**

22/33

FIG. 18

FIG. 18A

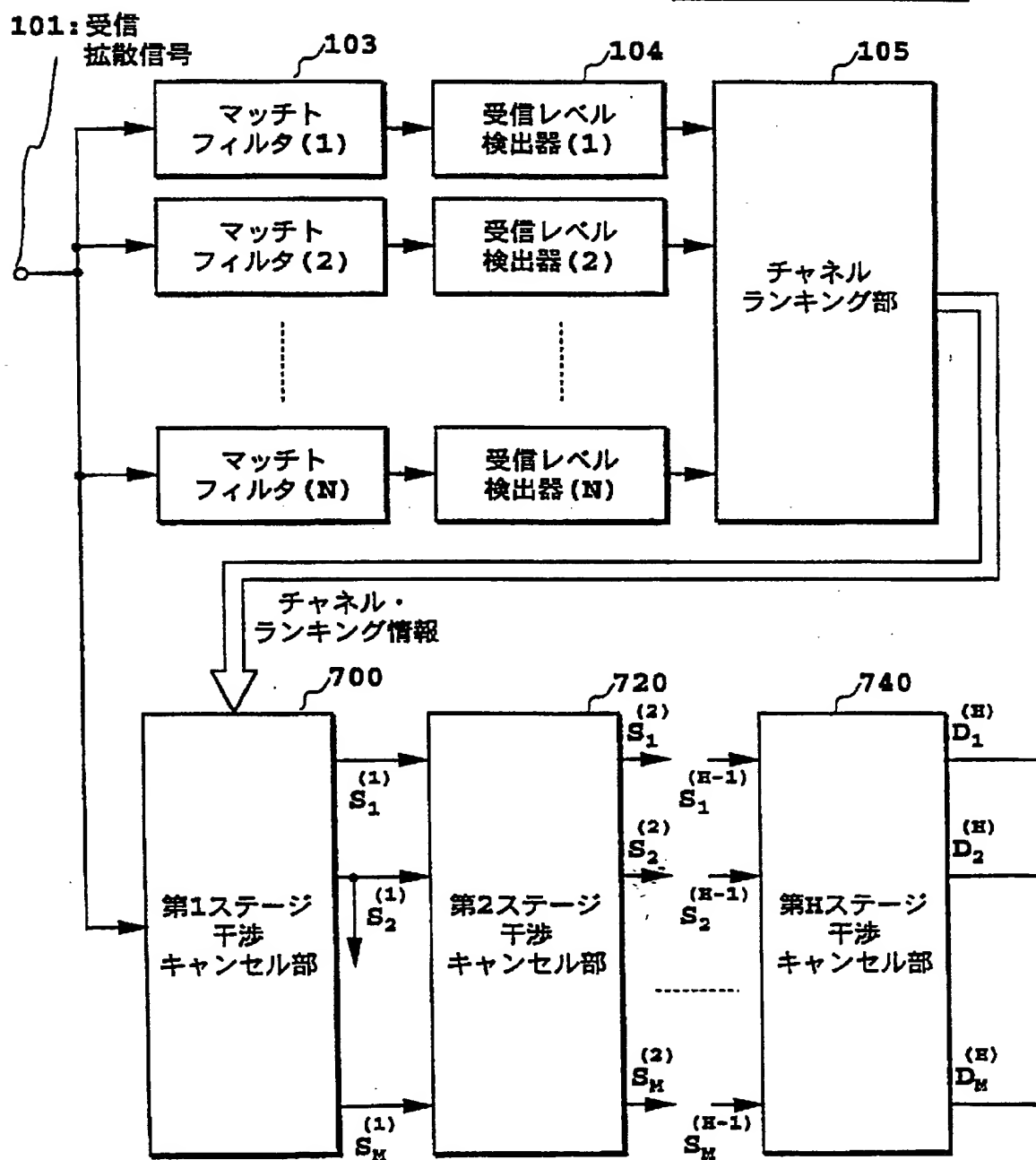
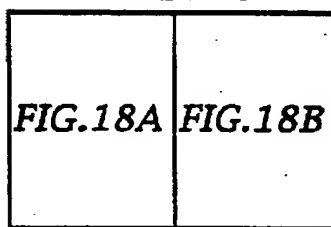


FIG. 18B

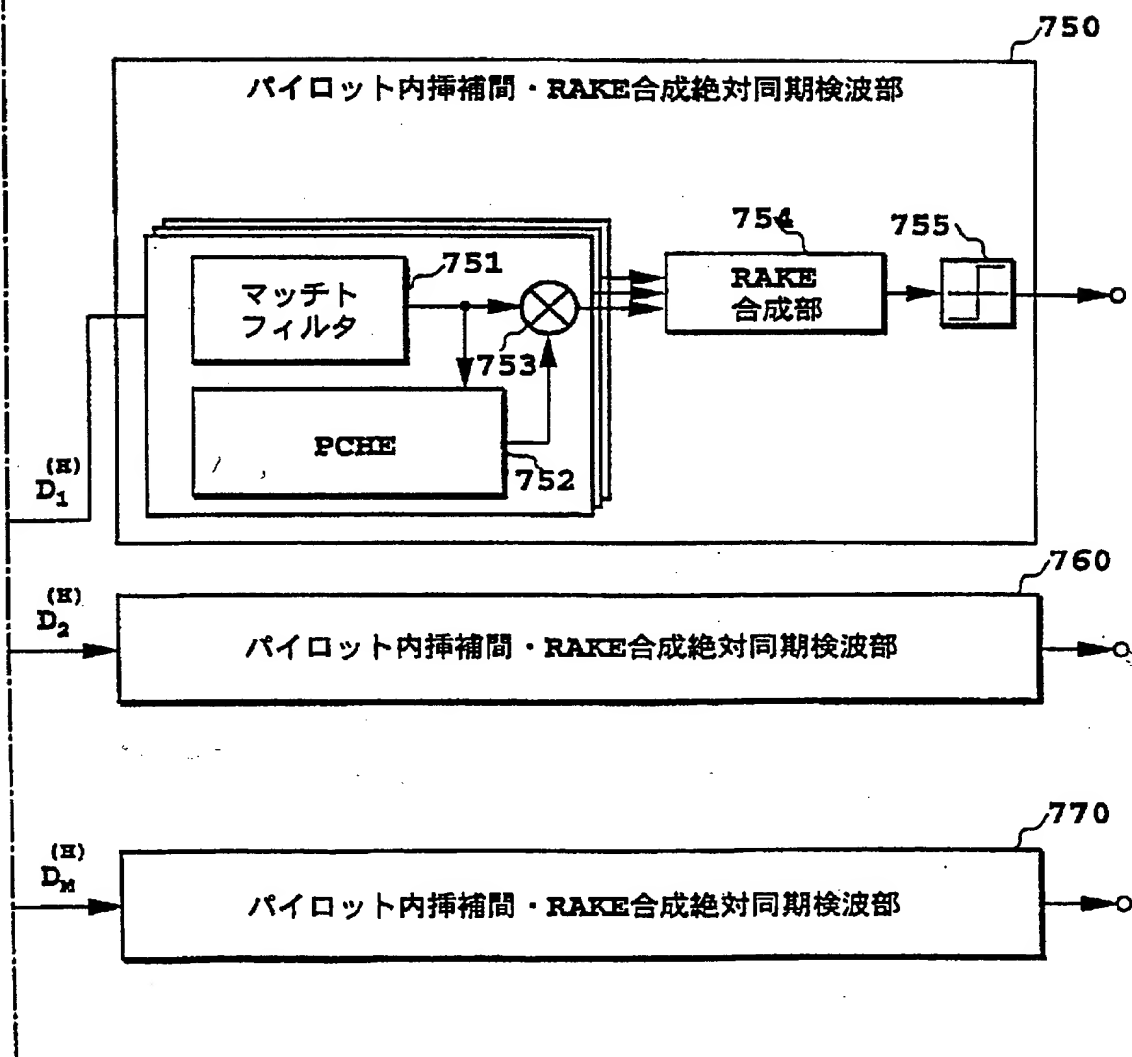


FIG. 19

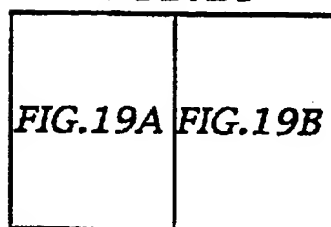
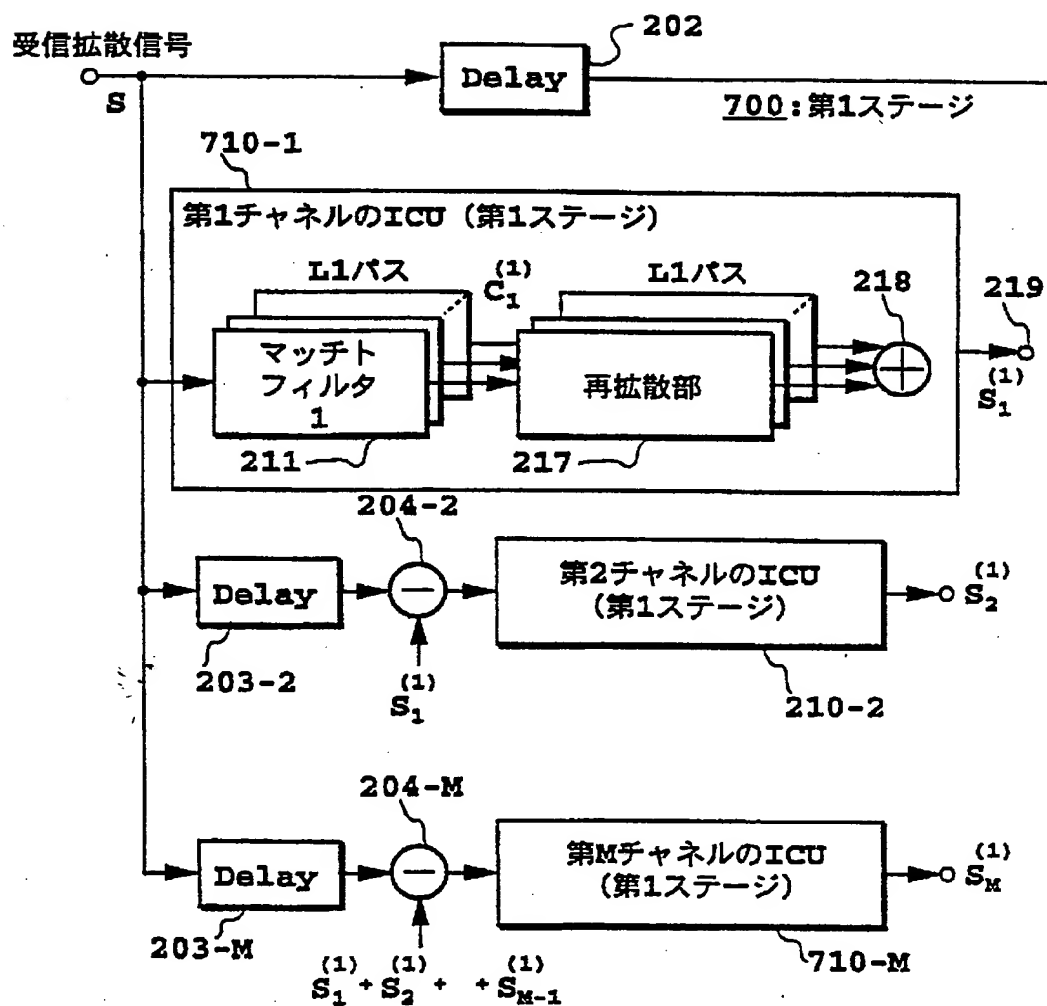
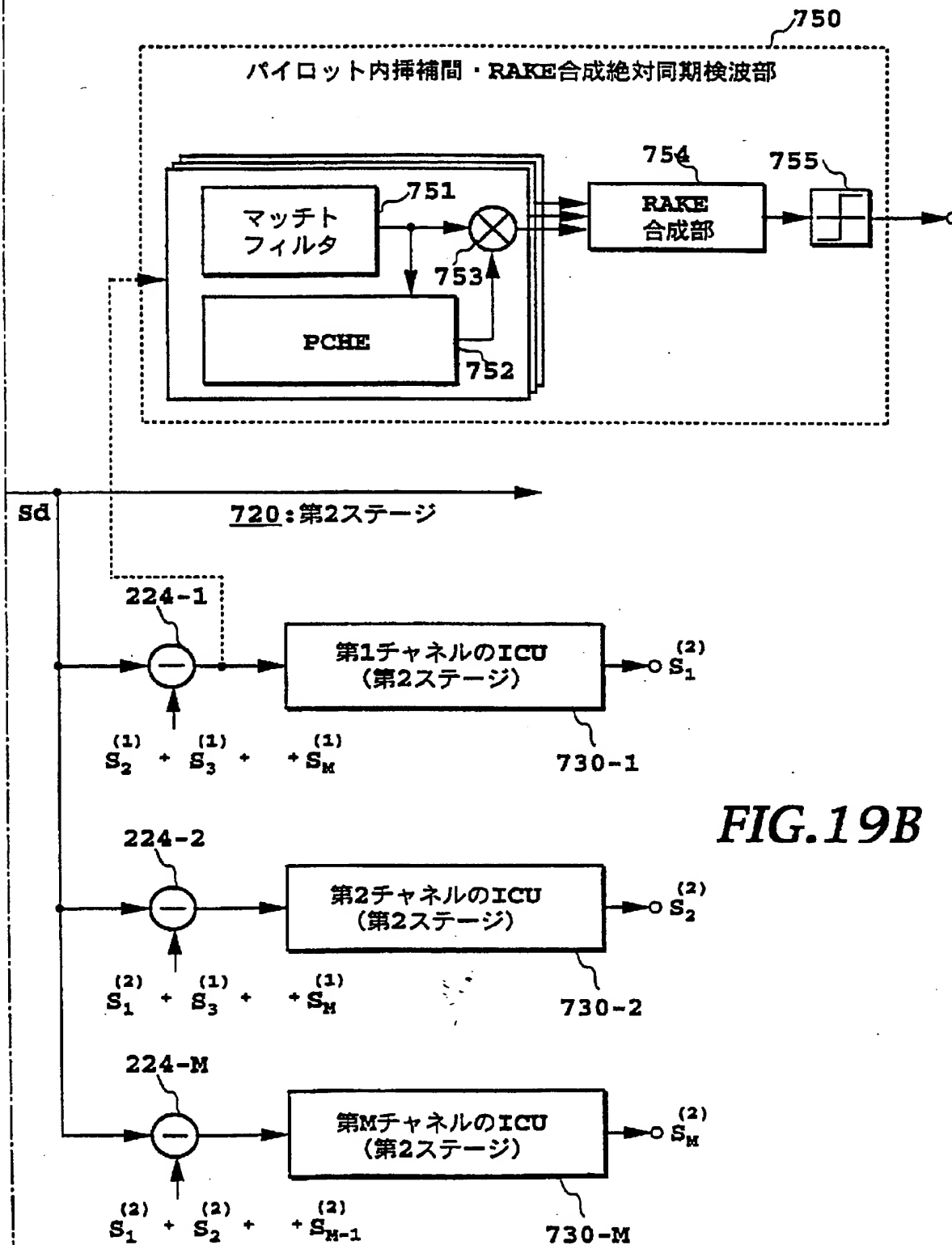
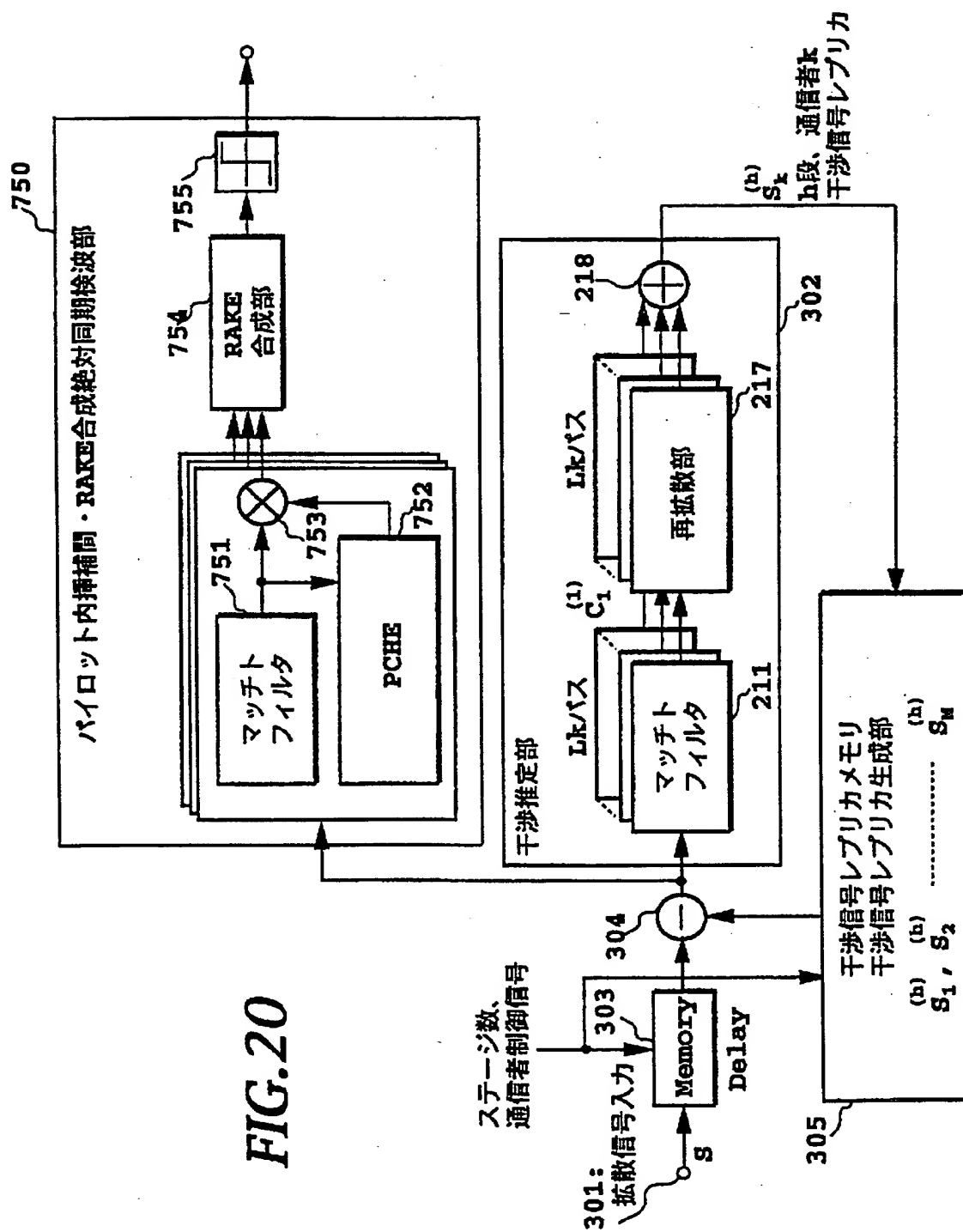


FIG. 19A



25/33







27/33

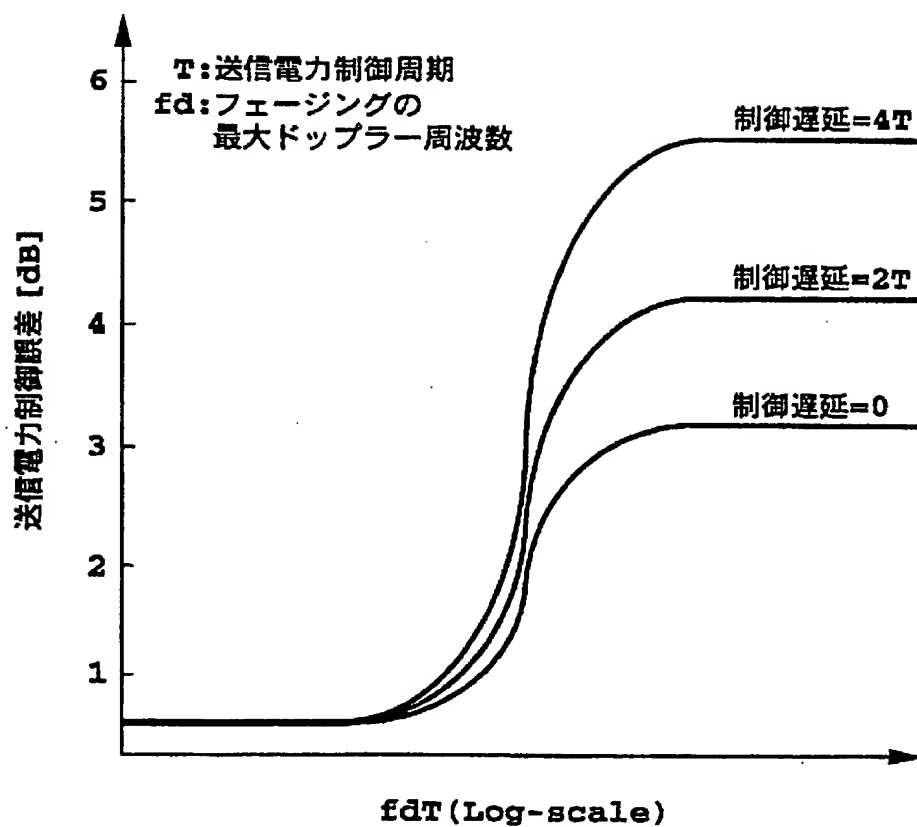


FIG.21

28/33

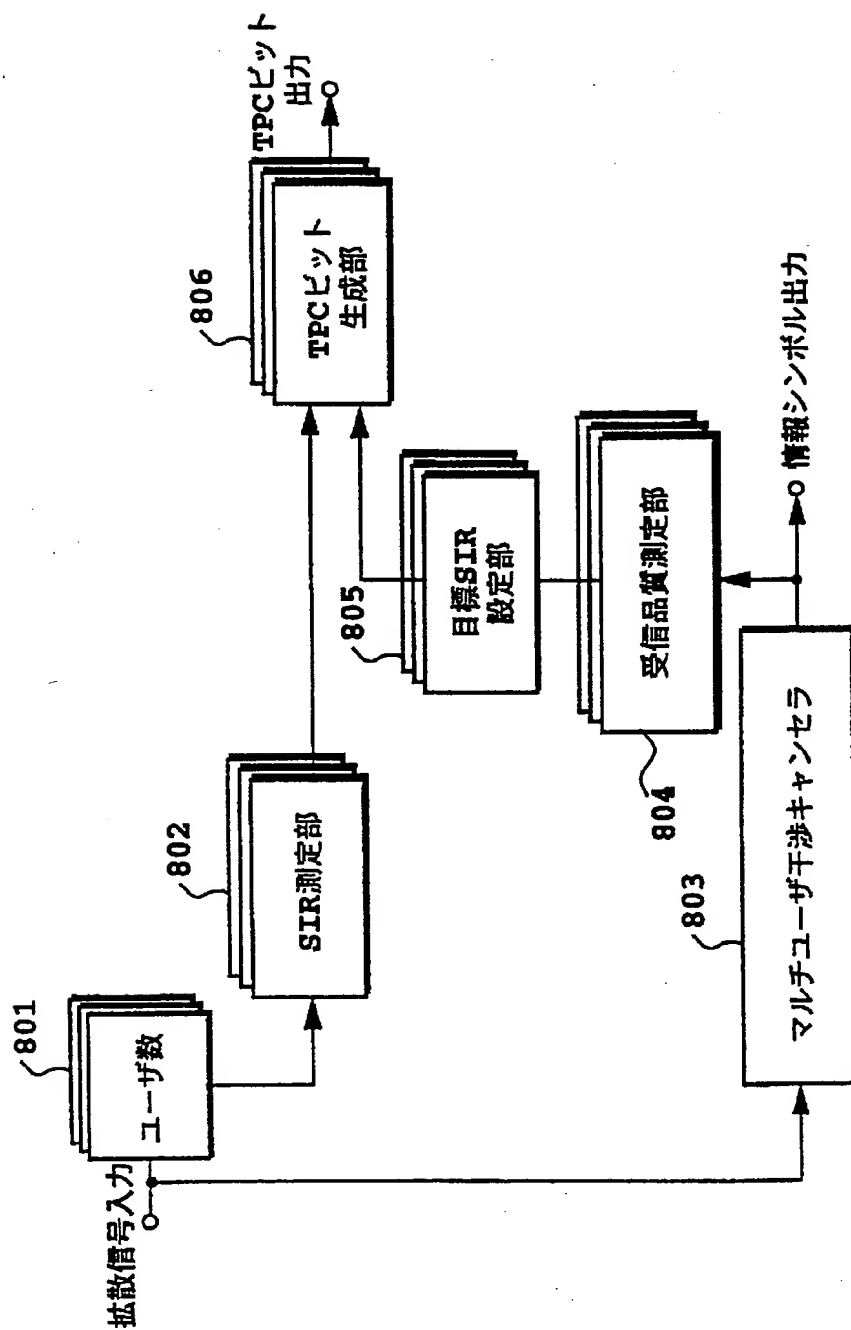
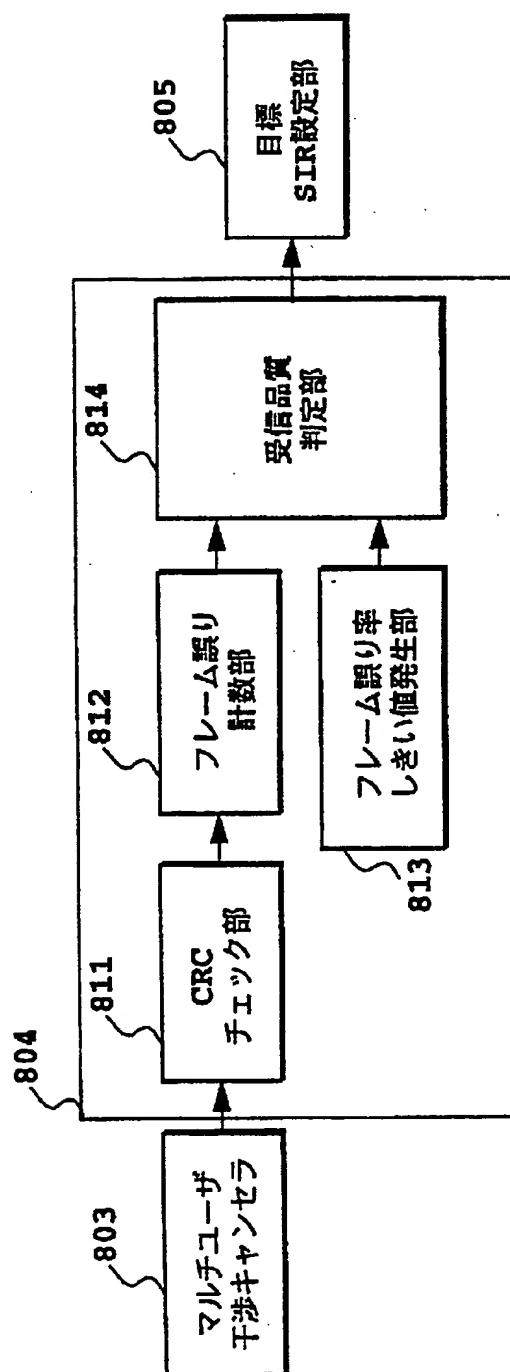


FIG.22

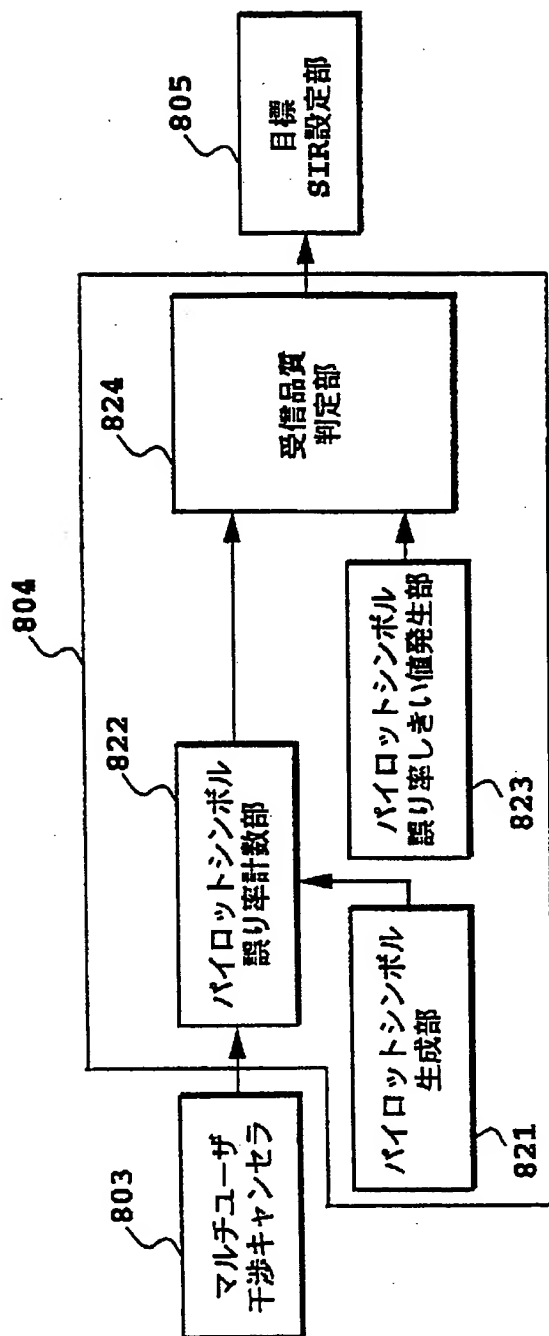
29/33



フレーム誤り率を測定する場合

FIG. 23A

30/33



パイロットシンボルのビット誤り率を測定する場合

FIG. 23B

31/33

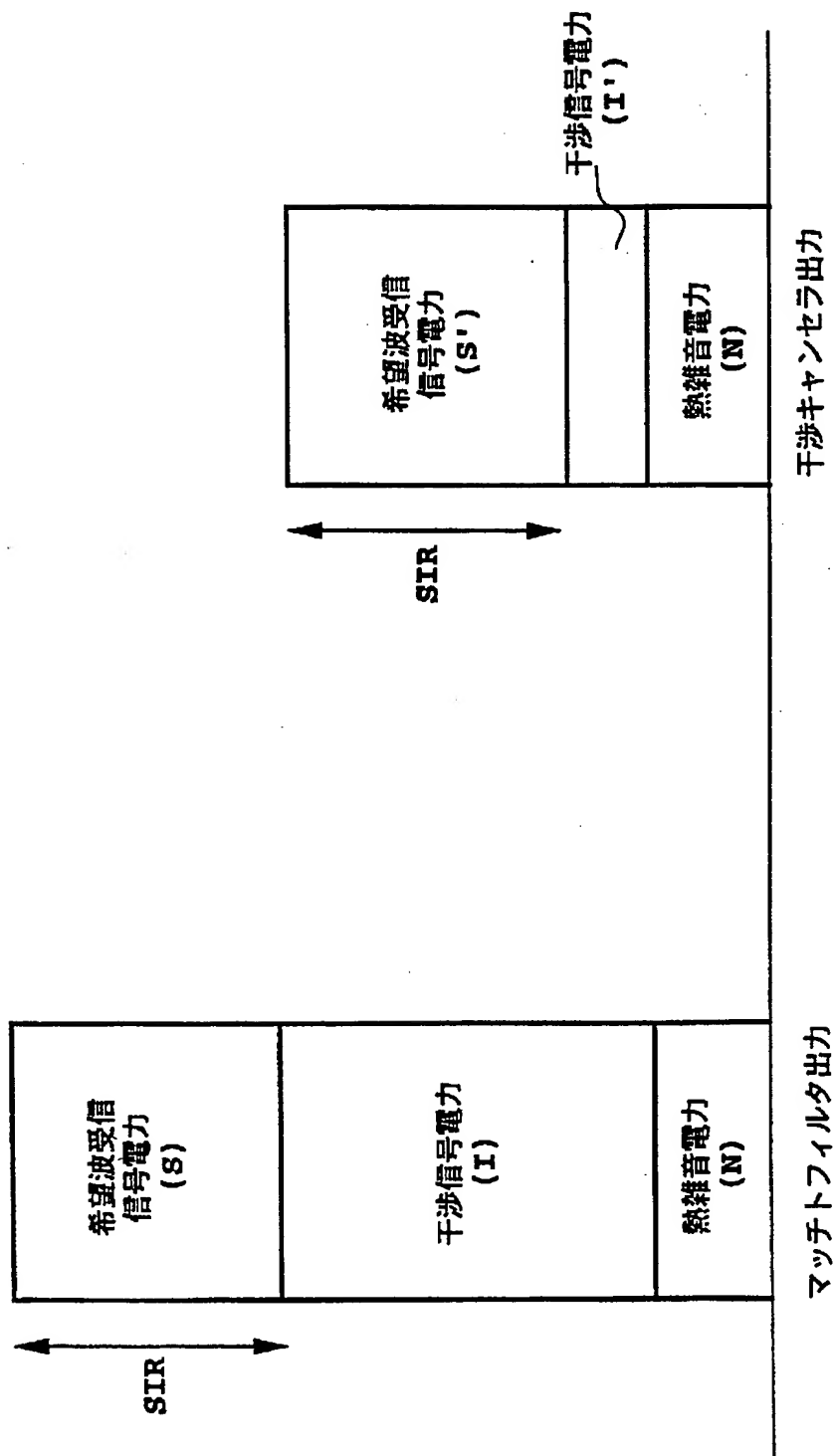


FIG.24

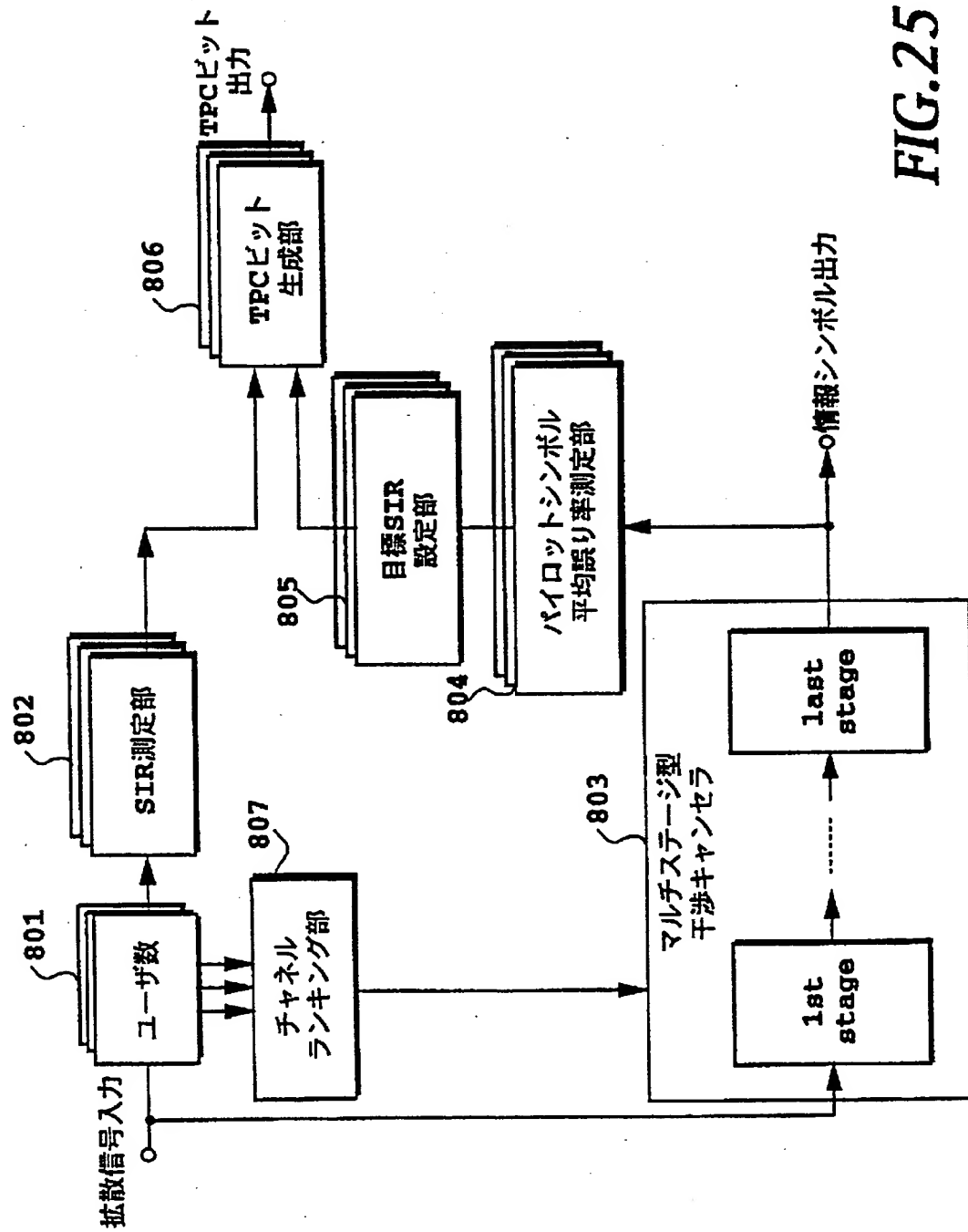


FIG.25

33/33

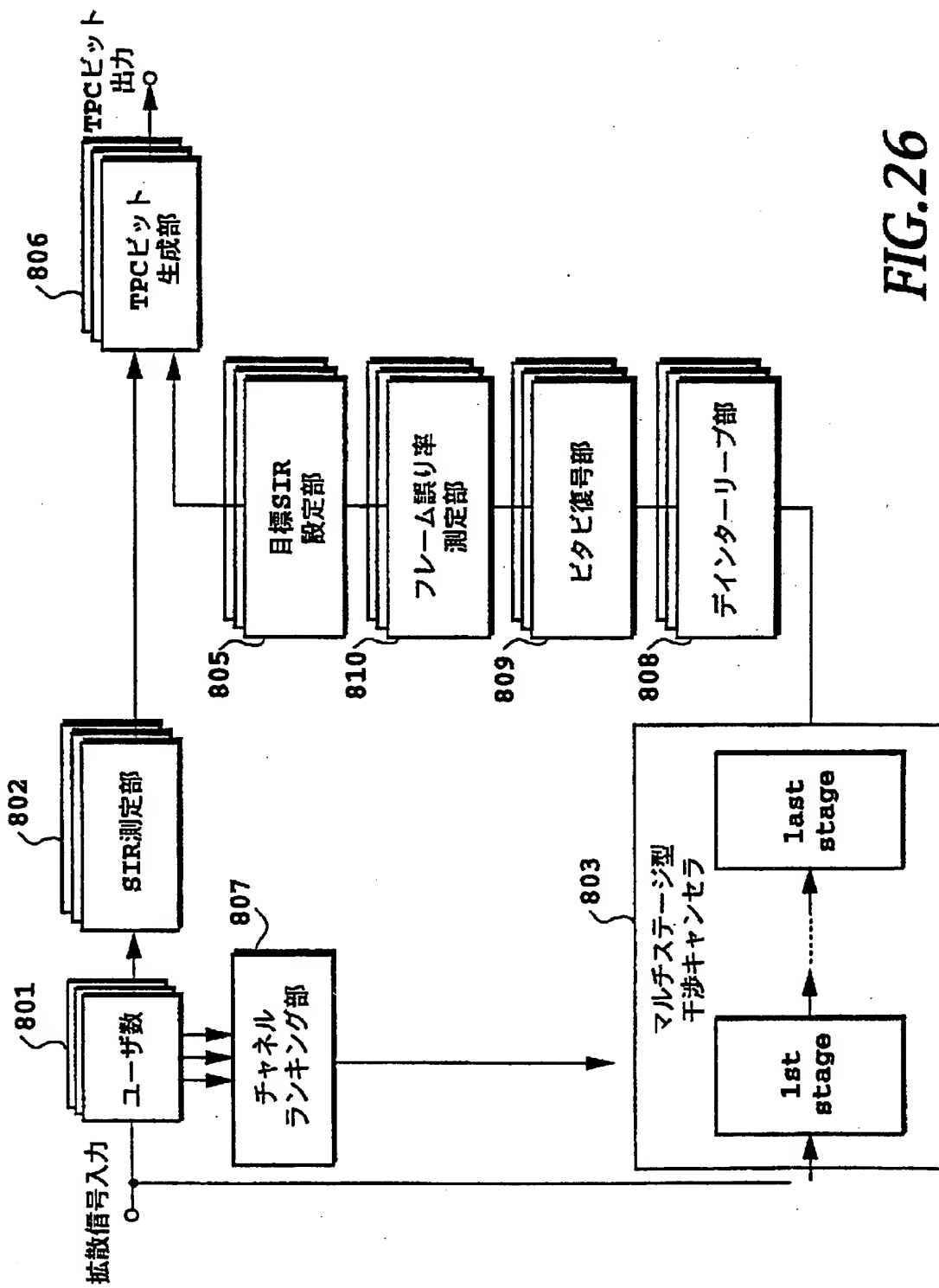


FIG.26

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP96/01582

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl<sup>6</sup> H04J13/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl<sup>6</sup> H04J13/04, H04J13/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926 - 1996

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1996

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	IEICE transactions, Vol. J77-B-II, No. 11, November 1994, Atsushi Fukazawa, Takuro Sato, Manabu Kawabe, Shinichi Sato, Daiki Sugimoto, "Constitution of Interference Canceller Based on the Estimation of a Transmission Path Using Pilot Signal and its Characteristics" pp. 628-640	1 - 29
PX	Shingaku Giho, SAT95-14, RCS95-50, July, 1995, Mamoru Sawahashi, Yoshinori Miki, Hidehiro Ando, Kenichi Higuchi, "Sequential Channel Estimation Type Serial Canceller Using Pilot Symbol in DS-CDMA" pp. 43-48	1 - 6
PA		7 - 29
PA	JP, 07-273713, A (Oki Electric Industry Co., Ltd.), October 20, 1995 (20. 10. 95), Fig. 1	1 - 29

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

September 2, 1996 (02. 09. 96)

Date of mailing of the international search report

September 10, 1996 (10. 09. 96)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.



A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
Int. cl.<sup>8</sup> H04J13/04

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
Int. cl.<sup>8</sup> H04J13/04, H04J13/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996

日本国公開実用新案公報 1971-1996

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	電子情報通信学会論文誌, Vol. J77-B-II, No11, 11月, 1994, 深澤敦司, 佐藤拓朗, 川辺学, 佐藤慎一, 杉本大樹, 「パイロット信号を用いた伝送 路推定に基づく干渉キャンセラの構成とその特性」 pp. 628-640	1-29
PX	信学技報, SAT95-14, RCS95-50, 7月, 1995, 佐和橋衛, 三木義則, 安藤英浩, 樋口健一, 「DS-CDMAにおけるパイロットシ ンボルを用いる逐次チャネル推定型シリアルキャンセラ」 pp. 43-48	1-6
PA		7-29
PA	JP, 07-273713, A (沖電気工業株式会社), 20.10月, 1995 (20.10.95), 第1図	1-29

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

02.09.96

国際調査報告の発送日

10.09.96

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

中木 努



5K 9299

電話番号 03-3581-1101 内線 3556

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
PA	J P, 07-264111, A (沖電気工業株式会社), 13. 10月. 1995 (13. 10. 95), 第2図, 第3図, 第4図, 第6図	1, 9
PA	J P, 07-264112, A (沖電気工業株式会社), 13. 10月. 1995 (13. 10. 95), 第2図, 第3図, 第5図, 第7図	9
PA	J P, 07-30514, A (日本電気株式会社), 31. 1. 1995 (31. 01. 95), 第1図, 第2図, 第5図	1, 9
PA	J P, 08-37515, A (エヌ・ティ・ティ移動通信網株式会社), 6. 2月. 1996 (06. 02. 96), 第1図, 第2図, 第4図, 第5図 &EP, 683570, A2 &CA, 2149679, A	19-22